



# Zeitschrift für Instrumentenkunde

Ernst Dorn, Physikalisch-Technische  
Reichsanstalt (Germany)

1898

Verlag von  
J. Neumann, Neudamm



PHF:

2: it is a Google



2. ...

# ZEITSCHRIFT

FÜR

# INSTRUMENTENKUNDE.

Organ

für

Mittheilungen aus dem gesammten Gebiete der wissenschaftlichen Technik.

~~~~~  
Herausgegeben

von

E. Abbe in Jena, Fr. Arzberger in Brunn, C. Bamberg in Berlin, C. M. v. Bauernfeind in München, R. Fuess in Berlin, H. Haensch in Berlin, E. Hartnack in Potsdam, W. Jordan in Karlsruhe, H. Kronecker in Berlin, A. Kundt in Strassburg i. E., H. Landolt in Berlin, V. v. Lang in Wien, L. Loewenherz in Berlin, S. Merz in München, G. Neumayer in Hamburg, J. A. Repsold in Hamburg, A. Rueprecht in Wien, K. Schellbach in Berlin, F. Tietjen in Berlin, G. Westphal in Celle.

Redacteur: Dr. Georg Schwirkus.

Erster Jahrgang. 1881.



Berlin 1881.

Verlag von Julius Springer.  
Monbijouplatz 3.



25025.

NYC Y/IN  
CLIP  
SARGLI

## Inhalts-Verzeichniss.

|                                                                                                                                                        | Seite         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| An unsere Leser . . . . .                                                                                                                              | 1             |
| Normal-Barometer und -Manometer. Von R. Fuess . . . . .                                                                                                | 2             |
| Ueber die Beleuchtung der Mikrometer-Einrichtungen in Teleskopen und Mikroskopen<br>und einige damit verwandte Fragen I. II. Von W. Foerster . . . . . | 7. 119        |
| Ueber Erzeugung und Untersuchung von Mikrometerschrauben:                                                                                              |               |
| I. Die Ursache der periodischen Fehler von Mikrometerschrauben und die<br>Mittel, sie zu vermeiden. Von C. Reichel . . . . .                           | 14            |
| II. Ein Verfahren zur Regulirung von Patronen. Von C. Reichel . . . . .                                                                                | 51            |
| III. Neuerzeugung von bestimmt vorgeschriebenen Steigungen. Von C. Reichel . . . . .                                                                   | 73            |
| IV. Uebersicht über die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen von Mikrometerschrauben. Von A. Westphal . . . . .                                    | 149. 229. 250 |
| V. desgl. Nachtrag. Von A. Westphal . . . . .                                                                                                          | 397           |
| Vermischte Mittheilungen, betreffend Spectralapparate. Von H. C. Vogel.                                                                                |               |
| I. Vorrichtung zur Messung der Spectrallinien, besonders bei lichtschwachen<br>Spectren . . . . .                                                      | 20            |
| II. Ein Spectroskop zur Beobachtung lichtschwacher Nebelflecke und Kometen . . . . .                                                                   | 47            |
| III. Ueber Interferenzgitter und ihre Verwendung zu Spectralapparaten . . . . .                                                                        | 49            |
| Ueber einen rotirenden Spectralapparat. Von O. Lohse . . . . .                                                                                         | 22            |
| Ueber graphische Methoden in der Physiologie. Von H. Kronecker . . . . .                                                                               | 26            |
| Ueber telegraphisches Kymometer. Von H. Kronecker . . . . .                                                                                            | 28            |
| Comparator und Theilmaschine für Nivellirlatten. Von W. Jordan . . . . .                                                                               | 41            |
| Ein Apparat zur Beobachtung der Newtonschen Ringe. Von L. Sohncke . . . . .                                                                            | 55            |
| Ueber pneumatische Signalapparate und deren Verwendung für Haustelegraphie. Von<br>A. Scholtz . . . . .                                                | 58            |
| Ueber eine Methode zur Untersuchung der Torsionselasticität. Von F. Melde . . . . .                                                                    | 76            |
| Graphischer Caliberprüfer. Von B. Pensky . . . . .                                                                                                     | 81            |
| Ueber Wägungen, Waagen und Gewichte. Von G. Schwirkus.                                                                                                 |               |
| I. Der Einfluss der menschlichen Expirationsluft auf Wägungsergebnisse (mit<br>Berichtigung S. 124) . . . . .                                          | 84. 124       |
| II. Eine neue Schneidenbefestigung . . . . .                                                                                                           | 87            |
| Astronomisches Doppel-Fernrohr. I. II. Von H. Goltzsch . . . . .                                                                                       | 105. 245      |
| Ueber das Normalbarometer der Pulkowaer Sternwarte. Von B. Hasselberg . . . . .                                                                        | 111           |
| Ein Manometer für hohen Druck. Von M. Thiesen . . . . .                                                                                                | 114           |
| Die elektrische Pendeluhr der Stockholmer Sternwarte. Von A. Lindhagen . . . . .                                                                       | 117           |
| Das dioptrische Mikrometer. Von W. Werner . . . . .                                                                                                    | 137           |
| Ein neuer Transversalcomparator. Von B. Pensky . . . . .                                                                                               | 158           |
| Ueber die neuen nach metrischem Maasse bezeichneten Brillengläser. Von Nagel . . . . .                                                                 | 161           |

|                                                                                                                                                                                        | Seite |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <u>Der Basisapparat des General Ibañez und sein Verhältniss zum älteren spanischen Apparat. Von A. Westphal . . . . .</u>                                                              | 173   |
| <u>Anwendung der Torsion von Drähten zur Ermittlung kleiner Gewichtsgrößen. Von L. Loewenherz . . . . .</u>                                                                            | 184   |
| <u>Ueber die Compensation eines Secundenpendels für Temperatur und Luftdruck mittels eines Quecksilbercylinders und eines Kruegerschen Manometers. Von J. A. C. Oudemans . . . . .</u> | 190   |
| <u>Ueber graphische Aufzeichnung mikrometrischer Messungen. Von V. Knorre . . . . .</u>                                                                                                | 213   |
| <u>Demonstrationsthermometer. Von A. Weinhold . . . . .</u>                                                                                                                            | 219   |
| <u>Studien über Waagemanometer. Von P. Schreiber.</u>                                                                                                                                  |       |
| <u>Vorwort . . . . .</u>                                                                                                                                                               | 257   |
| I. Das Grundprincip . . . . .                                                                                                                                                          | 258   |
| II. Schon vorhandene Anwendungen des Grundprincipes . . . . .                                                                                                                          | 288   |
| III. Vorversuche zu anderweitigen Verwendungen des Grundprincipes und deren Ergebnisse . . . . .                                                                                       | 291   |
| IV. Weitere Vorschläge zu Neuconstructions von Manometern nach dem Waageprincip . . . . .                                                                                              | 333   |
| <u>Ueber ein neues Spectroskop mit gerader Durchsicht. Von K. W. Zenger . . . . .</u>                                                                                                  | 263   |
| <u>Längenänderung hölzerner Nivellirlatten. Von H. G. van de Sande-Bakhuyzen . . . . .</u>                                                                                             | 277   |
| <u>Protuberanzspectroskop mit excentrischer, bogenförmiger Spaltvorrichtung. Von J. Brunn . . . . .</u>                                                                                | 281   |
| <u>Registrier-Apparate mit Typen-Druck an Mikrometern. Von J. A. Repsold . . . . .</u>                                                                                                 | 282   |
| <u>Ueber einen neuen Zeichnungs-Apparat (Embryograph). Von E. Hartnack . . . . .</u>                                                                                                   | 284   |
| <u>Ueber die Waage des Chemikers. Von W. Dittmar . . . . .</u>                                                                                                                         | 313   |
| <u>Vorschläge zur Construction einiger optischer Vorrichtungen. Von Fr. Fuchs.</u>                                                                                                     |       |
| I. Interferenzspectrometer . . . . .                                                                                                                                                   | 326   |
| II. Spectrophotometer . . . . .                                                                                                                                                        | 349   |
| III. Geradsichtiges Prisma . . . . .                                                                                                                                                   | 352   |
| <u>Das photochemische Mikroskop. Von A. Tschirch . . . . .</u>                                                                                                                         | 330   |
| <u>Ueber einen Hülfseliotropen am Fernrohr. Von F. H. Reitz . . . . .</u>                                                                                                              | 338   |
| <u>Neues Flüssigkeitsprisma für Spectralapparate. Von W. Wernicke . . . . .</u>                                                                                                        | 353   |
| <u>Neue Registrierapparate für die Temperatur und Feuchtigkeit der Luft. Von A. Sprung.</u>                                                                                            |       |
| <u>Einleitung . . . . .</u>                                                                                                                                                            | 357   |
| I. Der Thermograph . . . . .                                                                                                                                                           | 358   |
| II. Der Hygograph . . . . .                                                                                                                                                            | 363   |
| <u>Ueber ein Polarispectromikroskop, mit Bemerkungen über das Spectrumocular. Von A. Rollett . . . . .</u>                                                                             | 366   |
| <u>Ein neues Ophthalmometer. Von Magnus Blix . . . . .</u>                                                                                                                             | 381   |
| <u>Ueber die Ausdehnung des Hartgummi. Von R. Fuess . . . . .</u>                                                                                                                      | 390   |
| <u>Ueber eine Registrier-Vorrichtung an Mikrometern. Von H. C. Vogel . . . . .</u>                                                                                                     | 391   |
| <u>Einiges über Unterrichtsmittel für botanische Vorlesungen. Von E. Hallier.</u>                                                                                                      |       |
| I. Ueber ein Lupen- und Objectstativ für botanische Vorlesungen . . . . .                                                                                                              | 393   |
| II. Ueber die Anwendung des Skioptikons bei botanischen Vorlesungen. . . . .                                                                                                           | 394   |
| <br><b>Kleinere Mittheilungen.</b>                                                                                                                                                     |       |
| A. Graham Bell's Photophon. Von W. Zenker . . . . .                                                                                                                                    | 33    |
| A. Ott's Polarplanimeter zur Bestimmung der mittleren Höhe von Indicator-Diagrammen . . . . .                                                                                          | 63    |
| Eine neue Anwendung der Guttapercha. Von Fr. Kick . . . . .                                                                                                                            | 64    |
| B. Pensky's combinirte Phonographen- und Phonautographentrommel . . . . .                                                                                                              | 64    |



|                                                                                                                                                         | Seite |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| D'Arsonval's Wärmeregulator und Calorimeter zur Ermittlung der thierischen Wärme . . . . .                                                              | 90    |
| Ueber phosphorescirende Oberflächen . . . . .                                                                                                           | 91    |
| Knudsen's Pincenez für vorstehende Augen . . . . .                                                                                                      | 93    |
| Umgiessen von Glas und Porzellan mit Zinn. Von Fr. Kick . . . . .                                                                                       | 124   |
| F. Sartorius' Arretirvorrichtung für Präcisionswaagen . . . . .                                                                                         | 125   |
| Umschalter für Schlauchleitungen an Stelle des Vierweghahnes . . . . .                                                                                  | 125   |
| Der Skiostat . . . . .                                                                                                                                  | 164   |
| J. E. Hilgard's optisches Densimeter für Oceanwasser . . . . .                                                                                          | 206   |
| Das erste in Deutschland fabricirte Deckglas für Mikroskope . . . . .                                                                                   | 235   |
| Apparat zur Demonstration der sog. sphärischen Projection sowie der Lage der optischen Axen und der Verhältnisse der Dispersion an Krystallen . . . . . | 236   |
| Der Distanztransporteur . . . . .                                                                                                                       | 237   |
| G. Oldenburger's Universal-Kegelschnittzeichner . . . . .                                                                                               | 238   |
| Ein neues Metallbarometer . . . . .                                                                                                                     | 266   |
| Ueber einen Funkeninductor. Von R. Kleemann . . . . .                                                                                                   | 267   |
| Ein Rundgang durch die internationale Ausstellung für Electricität zu Paris. Von L. Levy . . . . .                                                      | 302   |
| Untergestell für Messinstrumente. Von Gerke . . . . .                                                                                                   | 304   |
| Allgemeine Deutsche Ausstellung auf dem Gebiete der Gesundheitspflege, der Gesundheitstechnik und des Rettungswesens zu Berlin . . . . .                | 305   |
| Ein Universalschwindmaassstab. Von G. Oldenburger . . . . .                                                                                             | 305   |
| Ein neues Scalenfernrohr mit Spiegelablesung. Von Eug. Hartmann . . . . .                                                                               | 340   |
| Specifische Gewichte einiger Glassorten. Von Leo Grunmach . . . . .                                                                                     | 342   |
| Internationaler Congress der Elektriker in Paris . . . . .                                                                                              | 373   |
| Universal-Kegelschnittzeichner. Von G. Oldenburger . . . . .                                                                                            | 374   |
| Gebhardt's Universal-Gasbrenner . . . . .                                                                                                               | 403   |

### Vereinsnachrichten.

|                                                                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Fachverein Berliner Mechaniker und Optiker. Sitzung vom 7. December 1880. Vorsitzender: Herr Fuess . . . . .                | 34  |
| Fachverein Berliner Mechaniker und Optiker. Sitzungen vom 4. und 18. Januar. Vorsitzender: Herr Dörffel . . . . .           | 65  |
| Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzungen vom 1. und 15. Februar. Vorsitzender: Herr Dörffel . . . . .        | 93  |
| Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzungen vom 15. und 29. März. Vorsitzender: Herr Dörffel . . . . .          | 126 |
| Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung am 14. April. Vorsitzender: Herr Fuess . . . . .                      | 166 |
| Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzungen am 3. und 17. Mai. Vorsitzender: Herr Fuess . . . . .               | 207 |
| Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzungen vom 7. und 21. September 1881. Vorsitzender: Herr Dörffel . . . . . | 343 |
| Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 4. October 1881. Vorsitzender: Herr Dörffel . . . . .             | 374 |
| Sitzung vom 18. October 1881. Vorsitzender: Herr Fuess . . . . .                                                            | 375 |
| Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 1. November 1881. Vorsitzender: Herr Dörffel . . . . .            | 404 |
| Sitzung vom 15. November 1881. Vorsitzender: Herr Fuess . . . . .                                                           | 404 |
| Sitzung vom 6. December 1881. Vorsitzender: Herr Fuess . . . . .                                                            | 406 |

|                                      | Seite              |
|--------------------------------------|--------------------|
| <b>Bücherschau</b>                   | 65, 94, 126, 165   |
| <b>Neu erschienene Bücher</b>        | 239, 306, 343, 406 |
| <b>Journal- und Patentlitteratur</b> | 35— 39             |
| " " "                                | 67— 72             |
| " " "                                | 98— 102            |
| " " "                                | 130— 136           |
| " " "                                | 167— 172           |
| " " "                                | 207— 212           |
| " " "                                | 240— 244           |
| " " "                                | 269— 276           |
| " " "                                | 307— 312           |
| " " "                                | 345— 348           |
| " " "                                | 375— 380           |
| " " "                                | 408— 412           |

# Zeitschrift für Instrumentenkunde.

*Redactions - Curatorium:*

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt,  
Vorsitzender.

R. Fuess,  
Beisitzer.

Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz,  
Schriftführer.

Verantwortlicher Redacteur: Dr. Georg Schwirkus.

---

I. Jahrgang.

**Januar 1881.**

Erstes Heft.

---

## An unsere Leser.

Die zahlreichen und werthvollen Zuschriften, welche den Herausgebern der vorliegenden Zeitschrift auf die Einladungen zur Betheiligung an derselben fast aus allen Ländern zugegangen sind, lassen keinen Zweifel übrig, dass selten im Gebiete der wissenschaftlichen Publicistik ein Bedürfniss so allgemein empfunden worden ist, wie dasjenige nach einem Organ, welches ausschliesslich der Wiederbelebung eines engeren fruchtbringenden Verkehrs zwischen den Vertretern der Wissenschaft und denen der mechanischen Kunst, sowie der Kritik der Instrumente und der Messungsmethoden gewidmet ist.

Die Herausgeber und die Redaction werden sich bemühen, den entgegenkommenden Erwartungen, welche hiernach an das Erscheinen der Zeitschrift für Instrumentenkunde geknüpft werden, thunlichst zu entsprechen.

Es wird sich zunächst darum handeln, dem neuen Organ die richtige Stellung zu den bereits vorhandenen anerkannten Organen der Wissenschaft und Technik durch die gehörige Begrenzung seiner Aufgaben und die angemessene besondere Behandlung derselben zu geben und dadurch auch die Befürchtungen zu widerlegen, welche sich mit Recht an das Erscheinen jeder neuen Zeitschrift, als einer weiteren Complication des litterarischen Apparates, knüpfen.

Die Herausgeber hoffen, dass, wenn es nicht sofort gelingen sollte, in dieser Beziehung ganz das Rechte zu treffen, der Rath und die Kritik der Fachgenossen selbst dazu helfen werden.

In dieser Hoffnung wird einstweilen, bei den Schwierigkeiten der Aufstellung eines ganz vollständigen und zutreffenden Programmes, von der Formulirung eines solchen abgesehen und — unter Bezugnahme auf den ausgegebenen Prospect — nur die Bitte an die Fachgenossen der Forschung und Technik gerichtet, von der in der Zeitschrift dargebotenen Gelegenheit zu Mittheilungen und Discussionen recht förderlichen Gebrauch machen zu wollen.

---

## Normal-Barometer und -Manometer.

Von

Mechaniker **H. Fuss** in Berlin.

Das für die Kaiserliche Normal-Aichungs-Kommission zu Berlin bestimmte Normal-Barometer und -Manometer nebst dazu gehörendem Vertical-Comparator ist in Deutschland wohl das erste Instrument seiner Art, und dürfte hier für die nächste Zukunft einen recht sicheren Anhalt für die Bestimmung der Fehler von transportablen Barometern bieten. Die Construction des Apparates, für welche die Grundlage durch einen von Dr. Pernet in Sèvres in Gemeinschaft mit Dr. Thiesen in Berlin im Auftrage des Directors der K. N.-A.-K. Prof. Foerster entworfenen Plan gegeben war, zeigt bei voller Berücksichtigung der anerkannten, namentlich von Director Wild in Petersburg nachdrücklichst betonten Anforderungen, welche an ein Normal-Barometer gestellt werden müssen, manches Eigenthümliche und von dem von Wild beschriebenen Apparate<sup>1)</sup> Abweichende.

Auf der eisernen Grundplatte *G* (Fig. 1), welche selbst auf starken, in die Wand eingelassenen Trägern ruht, erheben sich zwei Stative, welche das Barometer nebst Maassstab und das Manometer tragen, und der Vertical-Comparator. Die Stative bestehen aus den eisernen Dreifüssen *D*<sub>1</sub> *D*<sub>2</sub> und den vernickelten stählernen runden Säulen *S*<sub>1</sub> *S*<sub>2</sub>. Die Säulen durchsetzen die Grundplatte und tragen unten starke plattenförmige Federn, durch welche die Stative fest gegen die Grundplatte gedrückt werden, während eine Justirung derselben durch die Fusschrauben der Dreifüsse ermöglicht ist.

In die Säulen der Stative ist der Länge nach eine Nuth eingefräst, welche zur Führung einer Anzahl von messingnen Ringen dient, welche sich auf den Säulen verschieben und in beliebiger Höhe feststellen lassen. Diese Ringe tragen auf von ihnen ausgehenden Flanschen die einzelnen Theile des eigentlichen Instrumentes. Das Stativ rechter Hand trägt das ganz aus Glas construirte Heberbarometer, welches aus den beiden aus ca. 25 mm weiten Glasröhren gebildeten, in denselben Verticale liegenden Schenkeln *N*<sub>1</sub> und *N*<sub>2</sub> und einer engeren dieselben, verbindenden Röhre besteht. In den offenen Schenkel des Barometers mündet unten noch eine Glasröhre, von welcher ein Kautschukschlauch zu dem gläsernen Verbindungsstücke *V* führt. Hähne gestatten, sowohl die letztgenannte Röhre als auch das Quecksilber in dem offenen Schenkel des Barometers *N*<sub>1</sub> abzusperren, so dass die Möglichkeit gegeben ist, durch Schliessen der Hähne den Barometerstand zu einer bestimmten Zeit zu fixiren und nun mit Musse zur Ablesung zu schreiten. Zu demselben Verbindungsstücke *V* führen auch Kautschukschläuche von den beiden an dem Stative links befindlichen, ebenfalls senkrecht über einander liegenden Schenkeln des Manometers *N*<sub>3</sub> *N*<sub>4</sub>, welche aus ähnlichen Glasröhren wie die des Barometers bestehen. Der Ring, welcher den Schenkel *N*<sub>3</sub> des Manometers trägt, ist an der Zahnstange *z* befestigt und mit dieser durch das Gegengewicht *P* balancirt. Durch Drehen an

<sup>1)</sup> Wild's Repertorium für Meteorologie Bd. III No. 1. Ueber die Bestimmung des Luftdrucks. St. Petersburg 1874.

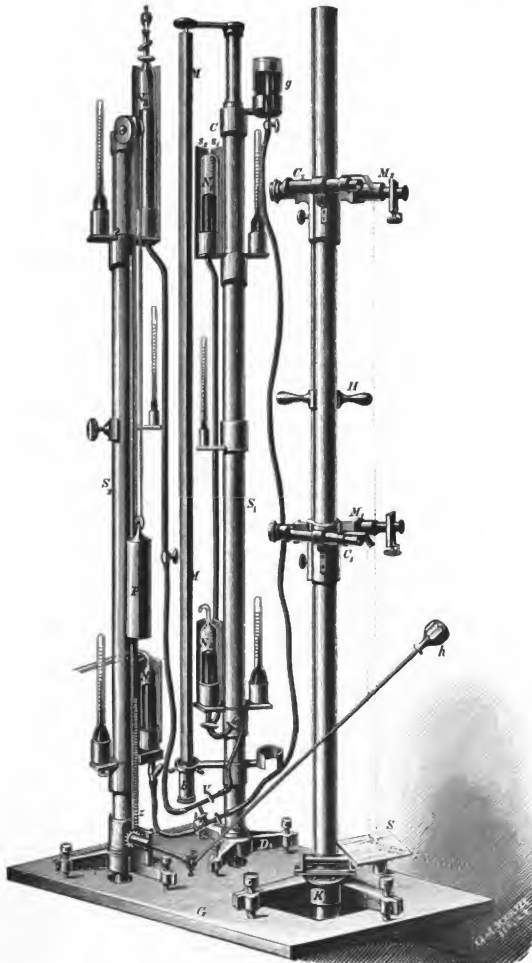


Fig. 1.

dem Handgriff  $h$ , welcher dem Beobachter stets zur Hand ist, kann mittels Universalgelenks und Getriebes die Zahnstange und also auch der Schenkel  $N_3$  gehoben und gesenkt werden. Der Raum über dem Quecksilberniveau in  $N_3$  wird für die meisten Anwendungen luftleer gehalten; sollte in denselben Luft eindringen oder absichtlich eingelassen sein, so kann dieselbe entfernt werden, indem man die Verbindung zwischen  $N_3$  und dem mit Quecksilber gefüllten Gefässe  $g$ , von welchem ein vierter Kautschukschlauch zu dem Verbindungsstücke  $V$  führt, herstellt, die an dem oberen Ende von  $N_3$  befindlichen Hähne öffnet und das Quecksilber bis zu denselben ansteigen lässt.

Bei der Anwendung des Apparates als Barometer bringt man zunächst das Quecksilberniveau in  $N_3$  in gleiche Höhe mit dem Niveau in  $N_1$  und stellt dann die Verbindung zwischen  $N_3$  und dem Barometer her. Der Beobachter ist jetzt in der Lage, vor jeder Ablesung durch Drehen an dem Handgriffe  $h$  etwas Quecksilber aus dem Manometer in das Barometer treten und also das Quecksilber in den beiden Barometerschenkeln ansteigen zu lassen, um stets gleichmässig gebildete Kuppen zu erhalten. Dieselbe Procedur kann auch benutzt werden, um das Niveau im geschlossenen Schenkel des Barometers zur Verminderung des Einflusses von etwa daselbst befindlicher Luft stets constant zu erhalten oder — um die Menge dieser Luft zu bestimmen — nach Belieben zu ändern.

Soll der Apparat als Manometer benutzt werden, so wird das Quecksilber im Barometer abgesperrt, dagegen die Verbindung zwischen den beiden Schenkeln des Manometers hergestellt. Der Schenkel  $N_3$  wird nahe auf die Höhe gehoben, welche dem zu messenden Drucke entspricht. Das Ansteigen des Quecksilbers bis zu einer Marke (Glasspitze) in dem Schenkel  $N_4$ , welche das Volumen des Raumes begrenzt, in welchem der Druck gemessen werden soll, wird durch vorsichtige zeitweise Verbindung mit dem Gefässe  $g$  bewirkt. Befindet sich zu viel Quecksilber in dem Manometer, so wird das Gefäss  $g$  in den unten befindlichen Halter gebracht, so dass nach Herstellung der Verbindung zwischen Gefäss und Manometer das überschüssige Quecksilber in dieses Gefäss eintritt.

Die angegebene Anordnung erlaubt, alle Drucke von wenigen Centimetern an bis zu mehr als  $1\frac{1}{2}$  Atmosphären unabhängig vom Barometerstand zu messen, und wird dieselbe für eine der Hauptaufgaben, für welche das Manometer bestimmt ist, für die Messung des Druckes in einem Luftthermometer genügen. Sollten noch höhere Drucke gemessen werden, so müsste man durch Oeffnen der Hähne den Schenkel  $N_3$  mit der freien Luft in Verbindung setzen und mit dem Manometer den Ueberdruck über den Atmosphärendruck, mit dem Barometer diesen selbst messen und den Höhenunterschied zwischen  $N_2$  und  $N_3$  in Rechnung ziehen. Bei dieser Anordnung muss das Anheben der Niveaus auch in dem Barometer durch Oeffnen von Hähnen erfolgen, welche die Verbindung mit dem Manometer oder dem Gefässe  $g$  herstellen. Andererseits ist das Manometer auch dazu bestimmt, den Druck in den der N.-A.-K. gehörigen Vacuumwagen zu messen. Hierbei könnten so niedrige Drucke vorkommen, dass die beiden Schenkel des Manometers  $N_3$  und  $N_4$  einander nicht mehr genügend genähert werden können. In diesem Falle könnte man den Luftraum, dessen Druck gemessen werden soll, mit den Schenkel  $N_3$ , die freie Luft mit dem Schenkel  $N_4$  des Manometers in Verbindung bringen und den gesuchten Druck als Differenz des Manometer- und Barometerstandes bestimmen. Doch ist

auch die Vorrichtung getroffen, so geringe Drucke direct zu messen, indem man den Schenkel  $N_4$  aus seiner Fassung herausheben und an die Seite von  $N_3$  bringen kann — freilich unter Aufgabe des Vortheils, dass die beiden Niveaus in derselben Verticale bleiben.

Es sind bisher noch nicht diejenigen Theile des Apparates beschrieben worden, durch welche der Abstand der beiden Quecksilberkuppen des Barometers oder des Manometers von einander gemessen wird. Es sind dies der Maassstab  $M$  und der Vertical-comparator  $K$ . Der in der Länge von 1,25 m durchweg in Millimeter getheilte Maassstab wird von dem Barometerstativ getragen. Derselbe endigt oben in eine Kugel und hängt an dieser allseitig drehbar in einem entsprechend ausgeschliffenen verstellbaren Ringe. Das untere Ende des Stabes wird durch den Deckel einer Büchse  $b$  geführt, welche an dem Ringe des Stativs verstellbar ist, der den unteren Halter des Gefässes  $g$  trägt. Die Büchse enthält eine Spiralfeder, welche die Hälfte des Gewichts des Maassstabes aufnimmt und dadurch eine elastische Verlängerung desselben verhindert. Der Comparator  $K$  ähnelt im Allgemeinen ganz den beiden schon beschriebenen Stativen, nur sitzt die Stahlsäule in dem etwas stärker gebauten Dreifusse nicht fest, sondern endet in einen Conus, welcher in eine in den Dreifuss eingesetzte Rothgussbüchse eingeschliffen ist. Eine fast das ganze Gewicht der Comparatorsäule tragende Feder erlaubt eine sanfte Drehung derselben. Am Fusse der Säule befindet sich eine zur Verticalstellung derselben dienende Libelle.

Auf der Säule des Comparators lassen sich die beiden Mikrometer-Mikroskope  $M_1$  und  $M_2$  und die mit ihnen fest verbundenen, zur Beleuchtung dienenden Collimatoren  $C_1$  und  $C_2$  verschieben. Die Trommeln der Mikroskope lassen 0,01 mm ablesen, 0,001 mm schätzen. Der Beobachter richtet zunächst die Mikroskope auf die Quecksilberkuppen, stellt diese dann scharf mit den Mikrometern ein, dreht jetzt den Comparator mittels des abnehmbaren Handgriffs  $V$  auf den Maassstab und misst die Entfernung der nächstgelegenen Millimeterstriche. Die Mikroskope dienen auch zur Ablesung der sechs zum Apparate gehörenden Thermometer. Die Scalen derselben liegen mit der Theilfläche des Maassstabes und den Mitten der Quecksilberkuppen auf einem Cylindermantel, dessen Axe die Säule des Comparators bildet, so dass durch blosse Drehung des Comparators alle anzuvisirenden Objecte in deutliche Sehweite gebracht werden. Vier dieser Thermometer stehen den vier Quecksilberkuppen in  $N_1 N_2 N_3 N_4$  gegenüber und sind in mit Quecksilber gefüllten Glasgefässen von der Weite der Schenkel eingesetzt. Die beiden anderen dienen zur Beobachtung der Temperatur der dünneren Verbindungsröhren; das am Manometer befindliche kann verschoben und auch mit seinem Halter abgenommen werden, um die möglichste Annäherung der Schenkel zu gestatten.

Von besonderer Wichtigkeit sind die Beleuchtungseinrichtungen des Apparates, da derselbe in einem der Räume der K. N.-A.-K. aufgestellt werden soll, welcher der Tagesbeleuchtung entbehrt, weil seine Wände zur Herstellung einer gleichmässigen Temperaturvertheilung durchweg mit einer doppelten Wand aus gewelltem Zinkblech bekleidet sind. Die von einer Flamme ausgehenden, durch eine Linse nahezu parallel gemachten Lichtstrahlen fallen auf den grossen neben dem Comparator auf der Grundplatte stehenden Spiegel  $S$ , werden vertical in die Höhe geworfen, treffen bei jeder Stellung des Comparators auf die kleinen, an den Collimatoren befestigten, unter  $45^\circ$  geneigten Spiegel, welche gegen einander um soweit versetzt sind, dass jeder der-

selben von dem Strahlenbündel getroffen wird, und beleuchten nach ihrem Durchgange durch den Collimator diejenige Stelle, auf welche das Mikroskop gerichtet ist.

Um dieselbe Vorrichtung auch für die Einstellung auf die Quecksilberkuppen verwenden zu können, sind hinter den einzelnen Schenkeln  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$ ,  $N_4$  je zwei verticale Spiegel angebracht — bei  $N_1$  mit  $s_1$ ,  $s_2$  bezeichnet. Die linke Seite der vorderen Collimatoröffnung ist durch einen in verticaler Richtung fein verstellbaren Schirm mit scharfem horizontalen Rande geschlossen. Während nun das Licht, welches durch die rechte freie Seite der Oeffnung eintritt, wie vorhin erwähnt, auf die Stelle geworfen wird, welche das Mikroskop pointirt, also den Maassstab und die Thermometerscalen bei deren Ablesung erhellt, treffen die von der linken Seite kommenden Strahlen, falls das Mikroskop nach einer der Quecksilberkuppen, etwa nach  $N_1$  gerichtet ist, zuerst auf den Spiegel  $s_1$ , werden von diesem nach dem Spiegel  $s_2$  und schliesslich über die Kuppe hinweg zu dem Mikroskope reflectirt. Das von der Collimatorlinse erzeugte Bild der horizontalen Kante des Schirms fällt nach der doppelten Reflexion in die Mitte der Quecksilberkuppe und wird scharf im Mikroskope gesehen. Der Schirm wirkt also im Wesentlichen wie die sonst übliche, hinter dem Quecksilberrohre angebrachte schwarz-weiße Blende, indem er verhindert, dass die schwarz auf hellem Hintergrunde erscheinende Kuppe in einiger Ausdehnung durch reflectirtes Licht erleuchtet wird, hat aber vor der Blende die Vorzüge, dass er scharf im Mikroskope sichtbar ist und dass er, weil mit dem Mikroskope fest verbunden, auch bei veränderlichem Quecksilberniveau mit dem Mikroskope zugleich eingestellt wird und zwar gleichartiger, als es bei der selbständigen Verschiebung einer Blende möglich wäre.

Bei grösserer Oeffnung des Mikroskop- und Collimatorobjectives und grösserer Ausdehnung der Quecksilberoberfläche würde der Schirm nicht mehr genügend als Blende wirken, weil dann die Licht reflectirende Zone der Quecksilberoberfläche eine zu grosse Ausdehnung erhält. In diesem Falle wird aber bei passender Stellung des Schirmes der Lichtstreifen im Mikroskope durch den Schirm und dessen im Quecksilber gespiegeltes Bild begrenzt sein, und wird zugleich die Mitte des Lichtstreifens der wirklichen Lage der Quecksilberkuppe entsprechen. Auf diese Mitte stellt man den Faden des Mikrometers ein. In ähnlicher Weise hat schon früher W. J. Marek das Spiegelbild eines in einem Collimator befindlichen Fadens benutzt<sup>1)</sup>. Welche der beiden Einstellungsarten anzuwenden sein wird, kann erst nach der definitiven festen Aufstellung des Apparates entschieden werden.

Die vier zu den Schenkeln  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$ ,  $N_4$  verwandten Glasröhren sind durch die N.-A.-K. in Bezug auf die Brechung ihrer Wände untersucht worden. Da sich herausgestellt hatte, dass die einzelnen Stellen des Umfangs von Glasröhren sehr verschiedene Ablenkungen hervorbringen, so wurde ein 1 cm breiter Streifen, welcher am fertigen Instrumente dem Mikroskope zugewandt ist, durch eingätzte Linien begrenzt und die Brechung innerhalb dieses Streifens untersucht. Die Ablenkungen, welche bei genaueren Bestimmungen zu berücksichtigen sein werden, erreichen für die einzelnen Röhren Werthe von resp. 0,003, 0,005, 0,010 und 0,006 mm. Alle übrigen Fehlerquellen können am fertigen Instrumente untersucht werden.

Es möge zum Schluss noch kurz auf die wichtigsten Unterschiede des Apparates

<sup>1)</sup> Carl's Repertorium Bd. XVI S. 585.



von dem Petersburger Normal-Barometer als dem einzigen bisher beschriebenen<sup>1)</sup> Instrumente dieser Art hingewiesen werden. Dieselben liegen in dem ganzen Aufbau der Theile des Apparates auf drei Stativen, in der Vermeidung eiserner Verbindungsstücke beim Barometer, in der eigenthümlichen Weise, das Quecksilber in letzterem zu heben, in der Beleuchtungsanordnung, welche besondere Blenden entbehrlich macht, und in der ganz abweichenden Construction des Manometers, welches in Folge der reichlichen Verwendung von Kautschukschläuchen trotz der verhältnissmässig geringen Länge der erweiterten Schenkel einer viel ausgedehnteren Verwendung fähig geworden ist. Den Comparator glaubte man viel einfacher halten zu können, zumal da auch die Kuppen des Manometers in dieselbe Verticale gebracht sind.

## Ueber die Beleuchtung der Mikrometer-Einrichtungen in Teleskopen und Mikroskopen und einige damit verwandte Fragen.

Von

Prof. Dr. W. Foerster in Berlin.

### I.

Bei allen Anwendungen von Teleskopen und Mikroskopen zu Messungszwecken, sowohl wenn dieselben als Visirmittel bei Winkel- und Linearmessungen von beliebiger Amplitude dienen, als wenn es sich blos um Detailausmessung von Objecten vermittels ihrer Bilder handelt, ist es von erheblicher Bedeutung, dass die Fadennetze, die Strichnetze auf Glas u. s. w., kurz alle diejenigen in der Ueberschrift als „Mikrometer“ bezeichneten Einrichtungen, durch welche die absolute oder relative Ortsbestimmung der Bilder der eingestellten Objecte in der Bildebene ermöglicht wird, nach richtigen Principien beleuchtet werden.

Bei der zusammenfassenden Erörterung dieser, neuerdings von mehreren Seiten bereits schärfer hervorgehobenen, Principien will ich mich folgender Festsetzungen bedienen.

Das mittels des Objectivsystems eines Teleskops oder Mikroskops von einem Objectpunkte  $B_0$  erzeugte Bild werde als das erste Bild desselben  $B_1$ , und das zu dem letzteren conjugirte, vom Ocular und Auge auf der Netzhaut des letzteren erzeugte Bild als das zweite Bild  $B_2$  bezeichnet.

Ferner soll derjenige Punkt, in welchem die mit der Bildebene des Objectivs nahe zusammenfallende Mikrometerebene von dem zu dem ersten Bilde  $B_1$  führenden Hauptstrahl (nämlich von der dieses Bild mit dem zweiten Knotenpunkte  $N_2$  des Objectivs verbindenden Geraden) geschnitten wird, der erste oder wahre mikrometrische Ort  $M_1$  des Objectpunktes  $B_0$ , und derjenige Punkt der Mikrometer-

<sup>1)</sup> Wild, Repertorium f. Meteor. a. a. O.

ebene, dessen durch Ocular und Auge auf der Netzhaut erzeugtes Bild mit dem zweiten Bilde  $B_2$  des Objectes genau zusammenzufallen scheint, der zweite oder scheinbare mikrometrische Ort  $M_2$  des Objectpunktes  $B_0$  heissen.

Bekanntlich ergibt nach diesen Festsetzungen der wahre mikrometrische Ort  $M_1$  eines Objectpunktes  $B_0$  die für die Lage des letzteren wesentliche Bestimmung, dass  $B_0$  sich in derjenigen Geraden befinden muss, welche durch den ersten Knotenpunkt  $N_1$  des Objectivs parallel zu einer den mikrometrischen Ort  $M_1$  und den zweiten Knotenpunkt  $N_2$  des Objectivs verbindenden Geraden gelegt wird, und dass somit die Winkel, unter denen die relative Lage der entsprechenden wahren mikrometrischen Orter verschiedener Punkte eines ausgedehnten Objectes an dem zweiten Knotenpunkte des Objectivs erscheint, identisch sind mit den Winkeln, unter welchen am ersten Knotenpunkte des Objectivs die relative Lage der correspondirenden Objectpunkte erscheint.

Im Allgemeinen wird sich nun aus der unmittelbaren Beobachtung, welche nur die Kenntniss von  $M_2$  liefert, keine vollkommen zuverlässige Bestimmung von  $M_1$  ergeben; denn in der Regel wird weder  $M_1$  mit  $B_1$ , noch  $M_2$  mit  $M_1$  genau zusammenfallen. Das Erste wird nur dann der Fall sein, wenn die Mikrometerebene auch genau die Bildebene des Objectivs ist, das Zweite in aller Strenge nur dann, wenn nicht nur die vorstehende Bedingung erfüllt ist, sondern auch gleichzeitig die Bilderzeugung durch Ocular und Auge genau unter denselben Bedingungen für  $M_1$  vor sich geht, wie für  $B_1$ , d. h. wenn die Lichtstrahlen, durch welche  $M_1$  (positiv oder negativ) sichtbar gemacht und alsdann auf der Netzhaut des Auges abgebildet wird, sämmtlich mit allen denjenigen Lichtstrahlen, welche sich im Bildpunkte  $B_1$  kreuzen und sodann das Bild  $B_2$  entwerfen, identischen Verlauf haben.

### 1.

Dieser Fall tritt als Grenzfall in aller Strenge nur dann ein, wenn die Coincidenz von  $M_1$  und  $B_1$  in solcher Weise stattfindet, dass ein undurchsichtiger und sonst weder positiv noch negativ sichtbar gemachter Punkt  $M_1$  der Mikrometerebene die sämmtlichen in  $B_1$  zusammentreffenden Strahlen, welche von dem leuchtenden Objectpunkt  $B_0$  ausgehen, auffängt und somit das Bild des letzteren genau zum Verschwinden bringt.

An diesen bei einigen Beobachtungsmethoden z. B. bei Durchgangsbeobachtungen von Sternen an einem Ringmikrometer vorkommenden Grenzfall einer fehlerfreien „Einstellung“ des Objectpunktes auf einen bestimmten Punkt der Mikrometerebene schliesst sich sehr nahe eine solche Einstellung an, bei welcher der die mikrometrische Ortsbestimmung liefernde Punkt  $M_1$  (z. B. der Schnittpunkt eines undurchsichtigen Fadenkreuzes) dadurch sichtbar gemacht wird, dass er für eine gewisse Anzahl von central gelegenen Punkten eines nicht ausdehnungslosen aber regelmässig gestalteten Bildes den Fortgang der sämmtlichen, in den bezüglichen Bildpunkten zusammentreffenden Lichtstrahlen hemmt und somit sich als negatives oder Schattenbild auf der leuchtenden Bildfläche des Objectes central projicirt.

Einstellungen dieser Art, wie sie z. B. mit grosser Schärfe durch die Projicirung der dunklen Fäden auf die scheinbaren Scheibchen der Bilder hellerer Sterne ausführbar sind, ermöglichen zugleich die einzige unmittelbare Wahrnehmung derjenigen

Verschiedenheiten von  $M_1$  und  $M_2$ , welche bei der Anwendung anderer, dem Princip nach weniger vollkommener Arten der Sichtbarmachung von  $M_1$  eintreten.

Die unter der Wirkung einer fehlerhaften Art der Beleuchtung des Fadennetzes stattfindende Verschiedenheit von  $M_1$  und  $M_2$  lässt sich nämlich unter den letzterwähnten Umständen daran erkennen, dass, nachdem man das von den Strahlen des Objects selbst erzeugte Schattenbild des Fadens  $M_1$  central zu dem Sternscheibchen eingestellt hat, das mit einer gleichzeitigen fehlerhaften Beleuchtung künstlicher Art auf der Netzhaut erzeugte Bild desselben Fadens  $M_1$  entweder deutlich neben dem ersten Fadenbilde oder wenigstens derartig wahrgenommen wird, dass das mit der künstlichen Beleuchtung erzeugte, ausgedehntere Fadenbild nicht in der Verlängerung des auf das Sternscheibchen projectirten Fadens zu liegen scheint.

An die übrigens nur für ganz specielle Fälle anwendbare Art der Sichtbarmachung des mikrometrischen Ortes eines Objectpunktes durch das von diesem letzteren ausgehende Licht selbst schliessen sich naturgemäss diejenigen Fälle an, in welchen auch die weitere Umgebung des Objectpunktes  $B_0$  entweder mit eigenem Lichte oder mit diffus reflectirtem fremden Lichte leuchtet. Hierbei wird auch die weitere Umgebung des mikrometrischen Ortes  $M_1$  von  $B_0$  negativ sichtbar gemacht und dadurch die mikrometrische Einstellung in mehrfacher Beziehung erleichtert und gesichert. Beispiele hierfür liefern bei den Teleskopen die Detailausmessungen innerhalb der leuchtenden Sonnenscheibe, Mondscheibe und dergleichen, bei den Mikroskopen diejenigen Fälle, in welchen man auch die Objecte vermittels einer dahinter liegenden ausgedehnteren Lichtquelle negativ sichtbar macht, ferner die Einstellungen von Strichmarken und dergleichen, welche sich auf einer matt polirten und daher diffus reflectirenden Massfläche befinden. (Bei einer spiegelnden Massfläche dagegen verhalten sich, wie man weiter unten sehen wird, die Dinge ganz anders.)

## 2.

Bei vorstehender Art der Beleuchtung des Mikrometers können Fehler nur dann entstehen, wenn die mikrometrische Einstellung eines Objectpunktes nicht so geschieht, dass man das Bild des letzteren mit einem Punkte der Mikrometerebene zur centralen Deckung bringt, sondern derartig, dass man das Bild des Objectpunktes zwischen zwei Punkten oder Linien der Mikrometerebene symmetrisch einstellt. (Das Princip solcher Einstellungen — Bisectionseinstellungen — kommt bekanntlich auch bei verständig angestellten Deckungs- oder Coincidenzeinstellungen, z. B. bei der oben erwähnten Projection des Schattenbildes eines Fadens auf ein Sternscheibchen in eingeschränkterem Masse zur Anwendung, weil Einstellungen mit absoluter Deckung eines Bildes durch ein anderes nur grobe und unsichere Resultate liefern können).

Bei der Beleuchtung des Mikrometers durch das Licht einer ausgedehnteren Objectfläche bildet es aber die Voraussetzung einer fehlerfreien Bisectionseinstellung, dass die Umgebung des Objectpunktes möglichst gleichmässig leuchtet. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, so kann diese Art der mikrometrischen Einstellung irrige Ergebnisse liefern, weil bei zwei neben einander liegenden Strecken oder Flächen von gleichen Dimensionen, aber nicht völlig gleicher Helligkeit die kleine Verschie-

denheit der Helligkeiten sich leicht auf die Abschätzung der Dimensionen wirft und zu scheinbar symmetrischen, in der Wirklichkeit aber unrichtigen und zwar bei verschiedenen Bildflächen oder an verschiedenen Stellen einer Bildfläche in verschiedenem Betrage und Sinne unrichtigen Einstellungen verleitet.

Hierzu kommt noch der folgende — allerdings alle symmetrischen oder Bisectionseinstellungen selbst bei vollkommenster Gleichmässigkeit der Beleuchtung beeinträchtigende — Umstand, den wir der Vollständigkeit halber bei der Erörterung der obigen Fehlerquellen von Bisectionseinstellungen mit erwähnen wollen: Auch zwei gleich helle und gleich lange oder gleich breite Strecken oder Flächen werden, wenn ihre Bilder auf der Netzhaut des Auges sich über eine gewisse Anzahl von Structurelementen der letzteren (Stäbchen oder Zäpfchen) ausdehnen, im Allgemeinen nicht als gleich empfunden, weil die Gesamtwirkungen von gleich intensiven und, so zu sagen, gleich dichten Lichtreizen auf der Netzhaut nicht proportional zu der Grösse der von ihnen getroffenen Flächen sind, sondern, wie es scheint, auch von der verschiedenen Dichtigkeit abhängen, mit welcher die erwähnten kleinsten Nerven-elemente an verschiedenen Stellen der Netzhaut auf der Flächeneinheit vertheilt sind. — Bekanntlich lässt sich dies in den auf sehr einfache Weise zu ermittelnden systematischen Bisectionsfehlern oder Asymmetrien der Einstellung, einem Theil der sogenannten persönlichen Fehler, deutlich erkennen.

In den *Annexes* zu den *Procès-Verbaux* des internationalen Mass- und Gewichtes-Comités — Jahrgang 1878 — habe ich diese Sachlage etwas näher besprochen.

### 3.

An die negativen Beleuchtungen der mikrometrischen Einrichtungen durch das bilderzeugende Licht selbst schliesst sich am Nächsten diejenige Art der Beleuchtung an, welche durch ein leuchtendes oder diffus reflectirendes Medium bewirkt wird, in oder hinter welchem sich das Object befindet. Dieser Fall tritt hauptsächlich bei Teleskopen und zwar dann ein, wenn der Himmelsgrund selbst hell genug leuchtet, z. B. bei Tagbeobachtungen oder bei sehr hellem Mondschein. Man kann unter diesen Umständen die ganze Objectivöffnung selbst, deren sämtliche Punkte aus dem hellen Medium Strahlen von allen Richtungen empfangen und weitergehen lassen, als die leuchtende Fläche betrachten, durch deren Strahlen die wiederum als undurchsichtig anzunehmenden Mikrometereinrichtungen negativ sichtbar gemacht werden.

Jeder undurchsichtige Punkt der Mikrometerebene kann alsdann als der Scheitel eines Doppelschattenkegels betrachtet werden, dessen einer Kegel die Objectivöffnung zur Basis hat, und dessen anderer nach dem Auge hin gekehrter Kegel das Schattenbild des betreffenden Mikrometerpunktes auf der Netzhaut erzeugt. Es ist klar, dass auch unter diesen Umständen wie in den unter 1 erwähnten Fällen die Abbildung von  $M_1$  auf der Netzhaut genau unter denselben Bedingungen vor sich geht, wie die von  $B_1$ , deren erzeugender Lichtkegel auch die Objectivöffnung zur Basis hat, so dass wahrer und scheinbarer mikrometrischer Ort des Objectpunktes  $B_0$  hier ebenso vollkommen identisch sein werden, wie bei einer Beleuchtung des Mikrometerpunktes  $M_1$  durch die das Bild  $B_1$  erzeugenden Lichtstrahlen selbst.

## 4.

Bei beiden Arten der Beleuchtung, sowohl der unter 1 als der unter 3 erwähnten, werden — abgesehen von den unter 2 erwähnten Fehlerquellen — nur die Wirkungen der sogenannten Parallaxe der Bilder gegen die Mikrometereinrichtungen einiger Aufmerksamkeit bedürfen:

Fällt nämlich die Bildebene des Objectivs mit der Mikrometerebene nicht hinreichend genau zusammen, so lässt sich zwar leicht zeigen, dass, wenn die Bilder nahezu in der Axe der bilderzeugenden Systeme liegen und bei ganz regulärem Verlauf der Abbildung von  $M_1$  und von  $B_1$  auf der Netzhaut, das heisst, wenn die von beiden Punkten unter der Beleuchtung 1 oder 3 ausgehenden, sehr nahe zusammenfallenden Licht- oder Schattenkegel vollständig zur Erzeugung des positiven Bildes  $B_2$  und des negativen Bildes von  $M_1$  verwandt werden, beide Bilder, deren eines unter den gemachten Voraussetzungen nothwendig ein Zerstreuungsbild sein wird, mit ihren Centren zusammenfallen, so dass  $M_1$  mit  $M_2$  identisch sein wird. Dies wird jedoch sofort anders, sobald eine seitliche nicht centrirte Stellung des Auges eintritt und wenn hierbei ein Theil der betreffenden Strahlen von der Mitwirkung zur Bilderzeugung auf der Netzhaut ausgeschlossen wird. Die Lage desjenigen der beiden zur Deckung zu bringenden Bilder, welches hierbei mit einer verschwindenden oder minimalen Zerstreuungsfläche auf der Netzhaut entsteht, wird durch eine solche Veränderung des Querschnittes des wirksamen Strahlenkegels nur in soweit absolut afficirt, als eben durch die Ortsveränderung des Auges bedingt wird; die Lage des anderen Bildes aber, welches nach den hier gemachten Voraussetzungen in einer Zerstreuungsfläche von nicht verschwindend kleinen Dimensionen entsteht, wird ausserdem relativ gegen das erstere dadurch verändert, dass der optische Schwerpunkt dieser nicht mehr kreisförmigen Zerstreuungsfläche, d. h. der Punkt, welchen man bei kleinen Zerstreuungen des Lichtes, die kaum deutlich zum Bewusstsein kommen, ohne Weiteres als den Bildmittelpunkt oder den Ort des Bildes selbst einzustellen pflegt, jetzt nicht mehr wie das andere zerstreulose Bild in den Centralstrahl (hier zugleich den Hauptstrahl) des vollen Kegels von kreisförmiger Basis fällt, sondern um so mehr seitlich von diesem Strahl absteht, ein je grösserer Theil des Strahlenkegels durch die seitliche Stellung des Auges weggeblendet ist.

Bekanntlich giebt diejenige Bewegung der Licht-Centren der beiden Bilder gegen einander, welche bei seitlichen Prüfungsverfahren des Auges eintritt, das einfachste und gebräuchlichste Verfahren an die Hand, um kleine Abweichungen der Mikrometerebene von der Bildebene zu erkennen und zu beseitigen. Ich werde im weiteren Verfolg dieser Darlegungen zeigen, welche besondere Bedeutung dieser ganzen Sachlage und überhaupt dem entsprechenden Verhalten der Zerstreuungsbilder bei gewissen künstlichen Beleuchtungen der Mikrometereinrichtungen zuzuschreiben ist.

Das in Rede stehende Prüfungsverfahren für die Lage der Mikrometerebene zur Bildebene ist, wie man leicht sieht, um so unempfindlicher, also zu sogenannten Focaleinstellungen um so untauglicher, je kleiner die Oeffnungen der beiden nahezu identischen Strahlenkegel, also (*ceteris paribus*) auch die Zerstreuungsflächen sind. In ähnlichem Verhältnisse werden allerdings auch die aus den Fehlern der Focaleinstellungen hervorgehenden unmittelbaren Fehler der Mikrometereinstellungen bei verschiedenen Stellungen des Auges kleiner sein.

Ist indessen trotz der bezüglichlichen Prüfung und Correctur der Lage der Mikrometerebene eine kleine Abweichung derselben von der Bildebene verblieben, oder ist eine solche in Folge der Temperaturänderungen, welche bei den meisten Teleskopen und Mikroskopen die Lage der Mikrometerebene gegen die Bildebene unablässig veränderlich machen, aufs Neue entstanden, so werden selbst bei ruhiger und centraler Stellung des Auges unter Umständen kleine Fehler der mikrometrischen Ortsbestimmung der Objecte entstehen können, sobald die Einstellung sich auf Punkte erstreckt, welche weit ausserhalb der Axe des Objectiv- und Ocularsystems eingestellt werden. Dieser Sachverhalt wird weiter unten näher untersucht werden.

## 5.

Bisher ist immer nur von negativen oder Schattenabbildungen der Mikrometereinrichtungen die Rede gewesen. Unter Umständen kann man aber die Fäden, Striche u. s. w. der Mikrometerebene auch positiv sichtbar machen, indem man sie entweder selbstleuchtend z. B. auf elektrischem Wege glühend oder phosphorescirend macht, oder das Licht einer anderen Quelle diffus von ihnen reflectiren lässt. Mikrometereinrichtungen selbstleuchtend zu machen, könnte in zahlreichen Fällen, nämlich wenn die Voraussetzungen der oben unter 1 und 3 erörterten Arten der negativen Beleuchtung nicht erfüllt sind, zweckmässig oder wenigstens vortheilhafter als die anderen in letzteren Fällen anzuwendenden künstlichen Beleuchtungen sein, obgleich man aus den vorangehenden Darlegungen sofort die Schwächen ableiten kann, welche selbst dieser Art der Beleuchtung anhaften. Ein selbstleuchtender Punkt  $M_1$  der Mikrometerebene wird nämlich im Allgemeinen dem Auge einen Strahlenkegel von anderer Lage oder von anderem Querschnitt zusenden, als der Bildpunkt  $B_1$ , und es werden daher, selbst wenn Mikrometerebene und Bildebene zusammenfallen, Verschiebungen der Centren der Bilder von  $M_1$  und von  $B_1$  gegeneinander auf der Netzhaut eintreten können, sobald, bei kleinen Fehlern der Einstellung des Oculars oder bei andauernden kleinen Veränderungen der Accomodation des Auges nach der bestmöglichen Oculareinstellung, von beiden Punkten statt der vollkommensten Bilder kleine Zerstreuungsf lächen auf der Netzhaut entstehen, deren Unterscheidung von den vollkommensten Bildern in vielen Fällen eine sehr unsichere ist.

In viel höherem Masse sind die vorstehend erörterten Fehlerquellen zu beachten in solchen Fällen, in welchen man die Mikrometereinrichtungen durch diffuse Reflection des Lichts anderer Quellen sichtbar macht, deren Strahlen der Natur der Aufgabe nach grössere Winkel mit den bilderzeugenden Strahlen machen müssen. Die körperliche Natur der Fäden, Striche u. s. w. des Mikrometers bedingt bei diesen Reflectionen Besonderheiten der Lage und Zusammensetzung der zur Erzeugung der betreffenden Bilder im Auge dienenden Strahlenkegel, welche schon in Folge blosser Verschiedenheiten der Intensitäten der betreffenden Beleuchtung zu Verschiedenheiten des wahren und des scheinbaren mikrometrischen Ortes eines Objectes führen können, selbst abgesehen von den Verschiedenheiten der Beleuchtungsphasen der Fäden, Striche u. s. w. bei kleinen Verschiedenheiten der Intensität und Lage oder Gestalt der bezüglichlichen Lichtquellen und abgesehen von den unvermeidlichen Verschiedenheiten der Lage der so beleuchteten Mikrometereinrichtungen gegen die Lage der mit den Beleuchtungen unter 1 und 2 sichtbar gemachten.

Am Gefährlichsten aber für zuverlässige Einstellungen wird die Sachlage, wie es nach dem Vorstehenden kaum noch bewiesen zu werden braucht, übrigens aus den weiter unten folgenden Erörterungen auch anschaulich hervorgehen wird, wenn die Mikrometer-Punkte oder -Linien selbst nichts anderes sind, als Bilder von seitlich angebrachten leuchtenden Objecten von geeigneter Gestalt.

## 6.

Bei der Beschränktheit der Fälle, in welchen die unter 1 und 3 erörterten negativen Beleuchtungen natürlichster Art anwendbar sind, und bei den Bedenken und Schwierigkeiten, denen die unter 5 erwähnten positiven Beleuchtungen unterliegen, ist man gezwungen gewesen, negative Beleuchtungen künstlicher Art zur bequemen und allgemeinen Sichtbarmachung der Mikrometereinrichtungen besonders bei Teleskopen in Anwendung zu bringen. Dieselben haben das Gemeinsame, dass zwischen der Mikrometerebene und dem Object entweder innerhalb oder ausserhalb der von demselben kommenden Strahlenkegel leuchtende Punkte oder leuchtende Flächen angebracht sind, welche ihr Licht direct oder nach beliebigen Spiegelungen und Brechungen durch die Mikrometerebene in das Ocular und Auge senden und dadurch die Mikrometer-Punkte oder -Linien negativ sichtbar machen. Es wird sich nachweisen lassen, dass hierbei fast in allen Fällen Bilder der betreffenden leuchtenden Punkte oder Flächenstücke dicht vor dem Ocular, also unmittelbar vor oder auf den brechenden Flächen des Auges entstehen, und dass eine durch das betreffende Licht bewirkte negative Abbildung der Mikrometereinrichtungen dann näherungsweise gerade so aufgefasst werden kann, als ob die einzelnen Mikrometerpunkte dem Auge Strahlenkegel zusendeten, deren Querschnitte durch die zwischen Ocular und Auge entstehenden, meist stark verkleinerten Bilder der künstlichen Lichtquellen nach Lage, Ausdehnung und Gestalt bestimmt sind. Man erkennt nach den vorangehenden Darlegungen sofort, dass in diesen Fällen die zur negativen Abbildung der Mikrometerpunkte auf der Netzhaut dienenden Schattenkegel im Allgemeinen eine ganz andere Lage, Ausdehnung und Gestalt haben werden als die von dem Objecte kommenden, und dass hiernach die schon bei den leisesten Unvollkommenheiten der Focaleinstellungen entstehenden, überhaupt nicht völlig sicher erkennbaren und vermeidbaren Ausbreitungen der Bilder zu kleinen Zerstreuungsflächen, noch mehr aber die dabei möglichen starken Ortsverschiebungen der von sehr dünnen Strahlenkegeln erzeugten Bilder sehr erhebliche und sehr veränderliche Verschiebungen der scheinbaren mikrometrischen Oerter der Objectpunkte gegen ihre wahren mikrometrischen Oerter verursachen können.

Die hierbei auftretenden Fehler des Sehens sind bekanntlich zuerst von Scheiner in seinem „Oculus“ (Innsbruck 1619) erkannt worden (siehe die Darstellung in § 11 der „Physiologischen Optik“ von Helmholtz). Später scheint zuerst Cesaris in dem Jahrgang 1819 der „Mailänder Ephemeriden“ die Bedeutung der Sache bei der Beleuchtung der Mikrometereinrichtungen der Teleskope hervorgehoben zu haben. Auch Gauss ist nach brieflichen Aeusserungen bereits auf die Sache aufmerksam geworden. In neuerer Zeit ist die Angelegenheit in der Generalconferenz der mitteleuropäischen Gradmessung vom Jahre 1867 (siehe den Bericht über die bezüglichen Verhandlungen S. 88) jüngst wieder zur Sprache gebracht worden. Als die bei

der Bestimmung der Längendifferenz zwischen Berlin und Wien hervorgetretene Abhängigkeit der persönlichen Gleichungen von der Lage des betreffenden Instrumentes und der Zusammenhang dieser Erscheinung mit der Art der Beleuchtung des Fadennetzes desselben in jener Versammlung erörtert worden war, wies Prof. Fearnley aus Christiania auf die allgemeine Bedeutung dieser Beleuchtungswirkungen und auf deren oben in Kürze angedeutete Erklärung hin.

Später wurde von Prof. Wolf in Zürich noch eingehender und mit Beibringung eines reichen und sehr eklatanten Beobachtungsmaterials in Nr. 25, 26 und 41 seiner „Astronomischen Mittheilungen“ auf die Wichtigkeit der Sache aufmerksam gemacht. Seitdem ist man sich allgemein der Erheblichkeit dieser Beleuchtungsfrage und gewisser sorgloser Rückschritte, die gerade in den letzten Jahrzehnten in dieser Beziehung selbst bei sehr bedeutenden Mechanikern vorgekommen sind, bewusst geworden; doch dürfte es immerhin zweckmässig sein, die betreffende Sachlage in grösserem Kreise möglichst anschaulich zu erörtern, was ich in dem zweiten Hauptabschnitt dieser Mittheilungen versuchen will.

## Ueber Erzeugung und Untersuchung von Mikrometerschrauben.

### I. Die Ursache der periodischen Fehler von Mikrometerschrauben und die Mittel, sie zu vermeiden.

Von

Mechaniker C. Reichel in Berlin.

Unregelmässigkeiten im Gange von Mikrometerschrauben, mit deren Hilfe lineare oder Winkelgrössen genau bestimmt werden sollen, treten so häufig auf, dass es nothwendig erscheint, ihren Ursachen nachzuforschen.

Auf einen der grösseren Mängel, deren Wirkung sich in der Erscheinung periodischer Fehler äussert, hat bereits Prof. Davidson in San Francisco (Central-Zeitung für Optik und Mechanik 1880 No. 2) aufmerksam gemacht<sup>1)</sup>.

Ein Mikrometer besteht in der Regel aus einem geradlinig verschiebbaren Schlitten, welcher durch eine Mikrometerschraube bewegt wird. Eine volle Umdrehung der Schraube verschiebt einen Punkt des Schlittens gegen sein festes Gleitlager um die Ganghöhe oder Steigung der Schraube. Ist der Kopf der Schraube mit einer Einteilung in gleiche Theile versehen, so kann man Verschiebungen des Schlittenspunktes bis auf Bruchtheile einer Schraubenganghöhe bestimmen. Die den Schlitten bewegende Mikrometerschraube hat ihr Muttergewinde in diesem selbst. Sie muss demnach gegen Verschiebung in der Richtung ihrer Axe gesichert sein und trägt zu

<sup>1)</sup> Auf verschiedene Fehler in der Lagerung der Schraube ist schon 1864 von Prof. Kayser in Leyden hingewiesen worden. In einem späteren Aufsätze soll auf diesen Gegenstand noch näher eingegangen werden. Anm. d. Red.



diesem Zweck einen vorspringenden Ansatz, mit welchem sie sich gegen ein am äusseren Gestell des Schlittens befestigtes Lager anlegt. Zwischen diesem Lager und der Stirnfläche des Schlittens, in welche sich die Schraube hineinschraubt, ist über die letztere eine Spiralfeder geschoben, welche den Schlitten stets vorzutreiben bestrebt ist. Vielfach findet man auch zwei Spiralfedern, die in gleichen Abständen von der Schraube auf besonderen Cylindern passend angeordnet sind.

Prof. Davidson hat nun an den Ansatzflächen der Schraube und des Lagers seines Mikrometers Vorsprünge entdeckt. Da die Vorsprünge des Lagers fest sind, so treffen diejenigen des Schraubenansatzes bei jeder Umdrehung der Schraube auf die des Lagers und fügen zur linearen Verschiebung des Schlittens noch diejenige hinzu, welche die Schraube selbst durch diese Vorsprünge in ihrer Axenrichtung erleidet. Bei jeder folgenden Umdrehung der Schraube wiederholt sich diese Verschiebung und veranlasst so die periodische Wiederkehr desselben Fehlers. Solche Mängel können indess nur durch grobe Nachlässigkeit des Arbeiters oder Zusammensetzers verursacht sein und sollten niemals vorkommen.

Es treten aber auch häufig periodische Fehler auf bei Mikrometern, welche in ihrer allgemeinen mechanischen Ausführung als tadellos zu bezeichnen sind. Hier liegen die Fehler weniger offen. Die Quelle derselben ist zu suchen in der Abweichung des Schraubenganges von der wahren Spirallinie.

Die abgewinkelte Schraubenlinie stellt eine gerade Linie dar, deren Winkelneigung zur Axe des Schraubencylinders durch ihre Länge und ihre Ganghöhe bestimmt ist. Geometrisch stellt sich diese Neigung dar (Fig. 1) in einem rechtwinkligen Dreieck, dessen Kathete  $ab$  den abgewinkelten Umfang des Cylinders, dessen zweite Kathete  $bc$  die Ganghöhe und dessen Hypotenuse  $ac$  die abgewinkelte Schraubenlinie bildet.



Fig. 1.

Denkt man sich anstatt der geraden Hypotenuse  $ac$  eine gebogene Linie von etwa der einpunktirten Form um den Cylinder gewickelt, so wird eine unregelmässige Schraubenlinie entstehen, die von der wahren Spirale bedeutende Abweichungen zeigt und mit derselben während eines Umganges nur einmal zusammenfällt. In allen auf einander folgenden Schraubengängen dieser Form wird sich demnach eine periodische Wiederkehr derselben Abweichungen zeigen.

Um den Einfluss dieser Spiralförmigkeit zu studiren, denke man sich eine mit fehlerhaften Gängen versehene Mikrometerschraube um aliquote Theile eines Gewindenganges gedreht. Es wird dann ein Punkt oder Fadenpaar des durch die Schraube fortbewegten Schlittens nicht gleiche Intervalle durchlaufen, während bei einer regelmässig steigenden Spirale diese Intervalle einander genau gleich sind. In dem in Fig. 1 dargestellten, übrigens häufigsten Falle tritt ein stetiges Wachsen der Intervalle bis zu einem Maximum, und von diesem aus ein stetiges Abnehmen bis zu einem Minimum ein. Das arithmetische Mittel aus Maximum und Minimum giebt dann näherungsweise den wirklichen Werth eines Intervalles für einen aliquoten Theil des Schraubenkopfes. Es liegt hier jedoch, wie ausdrücklich hervorgehoben wird, die Annahme zu Grunde, dass alle Theile der Schraube eine gemeinschaftliche Umdrehungsaxe haben.

Windet sich um den Schraubencylinder eine Wellenlinie, welche die wahre

Spirale mehrere Male berührt, so müssen sich die periodischen Fehler schon während einer Umdrehung wiederholen, nach Massgabe der Wellenzahl.

Die vorbeschriebenen Unregelmässigkeiten verdanken ihre Entstehung in den meisten Fällen dem gebräuchlichen Werkzeuge, wie es zum Einschneiden der Gänge in den Cylinder benützt zu werden pflegt. Es ist dies die Schraubenkluppe.

Die Schraubenkluppe besteht aus einem oblongen starken Rahmen, welcher in der Richtung der einen seiner Diagonalen mit zwei Handhaben versehen ist. In dem Rahmen sind zwei Gewindebacken gegen einander verschiebbar, welche man als zwei aus einer einzigen Hohlschraube oder Mutter herausgeschnittene Segmente betrachten kann und welche in ihrer Führung so gelagert sind, dass sie zusammen eine unterbrochene Hohlschraube darstellen. Die abschneidende Ebene bildet mit den Hohlschraubensegmenten scharfe Kanten und Ecken, von denen die nach innen vorspringenden, dem Kern der Hohlschraube nächstbenachbarten Ecken diejenigen sind, durch deren Eindringen in den äusseren Cylindermantel der zu schneidenden Schraube die Gewindegänge erzeugt werden. Solcher Ecken sind demnach in jedem Schraubengange vier vorhanden. Die Backen werden mittels zweier starken, durch die kurzen Seiten des Rahmens geführten Druckschrauben gegen die zu schneidende Schraube getrieben. Der Vorgang der Schraubenerzeugung ist dann der, dass der in eine Schraube umzuwandelnde Vollcylinder zwischen die beiden Backen genommen und in langsame Rotation versetzt wird, während welcher die Schraubengänge durch Herausarbeiten von Material eingeschnitten werden. Mittels der beiden Handhaben wird die Kluppe so fest gehalten, dass sie an der Rotation des Cylinders nicht theilnehmen kann. Sie führt deshalb nur eine fortschreitende Bewegung in der Richtung der Schraubenaxe aus und soll stets genau rechtwinklig zu dieser ohne jede Winkelschwankung verharren. Diese stets rechtwinklige Lage der Kluppe ist überaus wichtig. Die geringsten Schwankungen machen sich durch eine Abweichung der



Fig. 2.

neu erzeugten Gewindegänge von der wahren Spirale bemerklich. Jedem Praktiker ist bekannt, dass diese Abweichungen sehr leicht auftreten und schwer zu vermeiden sind. Nach einem Durchgange der Kluppe durch die ganze Länge des Cylinders ist dieser mit flach eindringenden Gängen versehen, wie Fig. 2 veranschaulicht. Die

Kluppe wird hierauf durch entgegengesetzte Rotation des Cylinders wieder in die Anfangsstellung zurückgebracht, die Backen werden durch leichte Pressung mittels der Stellschrauben von Neuem zum Eindringen in den Cylinder getrieben, und diese Operation wiederholt sich so oft, bis die Gänge vollständig herausgearbeitet sind.

Aus dem beschriebenen Verfahren geht hervor, dass die Backen für die Anfangsstellung so weit von einander entfernt werden müssen, dass zwischen ihren scharfen Ecken für den zur Schraube umzugestaltenden Cylinder der erforderliche Raum bleibt. Da das Entfernen der Backen rechtwinklig zur Axe des Backengewindes bewirkt wird, so werden die Hohlgänge beider in der Anfangsstellung nicht mehr in einander übergehen, sondern in ihren gedachten Fortsetzungen an einander vorbeilaufen. Es liegen gewissermassen zwei Hohlgeschrauben neben einander vor, deren Gänge in der Axenrichtung verschoben erscheinen. Dabei ist zur Herstelling jeder von ihnen nur eine Backe thätig, deren Ergänzung hinzugedacht werden muss. Sind die Backen nach fertiger Arbeit in ihrer Normalstellung angelangt, so fällt die gedachte Ergänzung einer jeden mit der anderen Backe zusammen.

Es geht hieraus hervor, dass gerade im wichtigsten Stadium der Arbeit, in dem der Erzeugung der Spirale, beide Backen in unrichtiger Lage zu einander sich befinden. Wenn in dieser nun nicht sämtliche scharfe Ecken gleichzeitig den Cylinder treffen, so entsteht nur zu leicht die Winkelschwankung der Kluppe und damit die Abweichung von der wahren Spirale.

Ein deutliches Bild von der unsicheren Lage der Kluppe in der Anfangsstellung giebt die folgende Betrachtung. In Fig. 3 trifft der stark gekrümmte Bogen  $a'd'b'$  der Backe  $B$  mit den vorspringenden Eckengruppen auf den schwächer gekrümmten Bogen  $a'd'b'$ ; die Ecken  $a'$  und  $b'$ , welche die Schneidarbeit leisten, geben also gleichzeitig auch allein die Führung. Erst nach vollendeter Arbeit fallen die Bogen  $a'd'b'$  und  $a'd'b$  zusammen. Es ist klar, dass die oben hervorgehobene, in der Richtung der Axe verschobene Lage der vier Eckengruppen in der Anfangsstellung die Erzeugung zweier neben einander liegenden Spiralgänge bedingt, wie Fig. 2 deutlich macht. Die Gänge  $g$  und  $g'$  werden durch die Ecken der punktirten hohlen Gänge von  $B$  und  $B'$  erzeugt. Erst im Laufe der fortschreitenden Arbeit nähern sich diese Gänge und fallen bei Vollendung derselben in einander. Dass diese allmähliche Annäherung nicht ohne gegenseitiges Drängen zwischen Schraube und Backen stattfindet, ist leicht erklärlich.

Es können jedoch nicht allein Spiralfehler durch die vorbeschriebene Arbeit mit der Kluppe entstehen, sondern auch Steigungsdifferenzen in verschiedenen Schraubengängen. Diese werden in der Praxis als „Strecken der Gewindengänge“ bezeichnet. Vielfach ist die Meinung verbreitet, dass die durch die starke Reibung während der Rotation erzeugte Wärme eine bedeutende Ausdehnung der Schraube und damit diese sogenannte Streckung bewirke. Diese Annahme muss jedoch als eine irrige bezeichnet werden, da die Differenzen oft so beträchtlich sind, dass sie selbst durch die höchsten Temperaturen nicht herbeigeführt werden könnten. Nebenbei wird übersehen, dass die Backen die Steigerung der Ganghöhen mitmachen

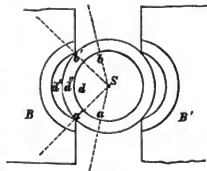


Fig. 3.

müssten, endlich aber, dass nach Schwinden der hohen Temperatur wieder die normale Grösse zum Vorschein kommen müsste. Nun tritt aber häufig genug der Fall ein, dass mehrere mit demselben Backen unmittelbar nach einander geschnittene Schrauben gewaltige Differenzen zeigen.

Ein Beispiel aus meiner Praxis mag hier vorgeführt werden. Von zwei unmittelbar nach einander geschnittenen Schrauben von 13 mm Durchmesser zeigte die eine 20 Gänge auf 30,8 mm, während die folgende 20 Gänge auf 31,3 mm gab. Um diesen Unterschied von 0,5 mm zwischen beiden durch Temperaturerhöhung zu bewirken, würden nicht weniger als etwa 1500° C. erforderlich gewesen sein. Der Schmelzpunkt des Stahls liegt aber schon zwischen 1300 bis 1400° C.

Aus den vorstehenden Darlegungen geht wohl zur Genüge hervor, dass die Kluppe ein ziemlich unsicheres Werkzeug zur Herstellung von Mikrometerschrauben ist. Zwar sind unter den ihr anhaftenden Mängeln absichtlich die stärksten hervorgehoben worden, und es kann die schädliche Unsicherheit der Anfangsstellung der Backen bei zweckmässigen Maassverhältnissen der letzteren gegenüber denen der Schraube, sowie durch äusserste Vorsicht beim Gebrauch sehr bedeutend eingeschränkt werden. Ganz kann jedoch diese Fehlerursache niemals ausgeschlossen werden, und wenn trotzdem in unseren besseren Werkstätten mit der Kluppe gute Mikrometerschrauben erzeugt worden sind, so ist dies mehr dem Zufall zu danken. Denn auch der beste Arbeiter ist nicht Herr dieses unsicheren Werkzeuges, und fast Jeder, der Mikrometerschrauben mit der Kluppe geschnitten hat, weiss von gänzlich misslungenen zu berichten.

In Folgendem soll nun ein Verfahren beschrieben werden, welches von ähnlichen systematischen Mängeln frei ist und daher gegen die ausschliessliche Verwendung der Kluppe zum Mindesten den Vortheil gewährt, gute Schrauben ganz sicher und mit geringerer Mühe erzeugen zu können. Dieses Verfahren besteht in der Hauptsache darin, dass sowohl Schraube als Mutter auf einer Patronenbank vorgeschnitten<sup>1)</sup> werden, wodurch höchsterreichbare Gleichheit der Ganghöhen beider Gewinde verbürgt ist. Die nachträgliche Regulirung und Justirung der Schraube wird dagegen mittels der Kluppe (die der Mutter mittels Gewindebohrer) vorgenommen, da in diesem Stadium der Herstellung die Mängel der Kluppe unschädlich sind. Hiermit Hand in Hand gehen einige weitere Manipulationen, deren Zweck im Verlaufe der folgenden Darlegungen ersichtlich werden wird.

Eine Patronendrehbank muss eine Cylinderspindel haben, d. h. eine Arbeitswelle, welche in ihren Lagern längs ihrer Axenrichtung verschiebbar ist. Diese Cylinderspindel wird in der gewöhnlichen Weise mittels aufgekeilter Schnur- oder Riemstufenscheibe in Umdrehung versetzt; am Arbeitende ist sie zum Aufschrauben verschiedener Hilfsfutter mit Gewinde versehen. Nachdem das rohe Drahtstück, aus welchem die Mikrometerschraube hergestellt werden soll, mit Hilfe

<sup>1)</sup> In No. 3 der Centralzeitung für Optik und Mechanik beschreibt F. Miller in Innsbruck sein Verfahren zur Herstellung guter Mikrometerschrauben. Er bedient sich dabei gleichfalls der Kluppe, wenn auch mit einigen Abänderungen gegen die oben beschriebene, und giebt hierfür als Grund an, dass die Benützung einer Drehbank zum Schraubenschneiden zu verwerfen sei, weil die Fehler des Vorgeleges auf die Schraubengänge übertragen würden. Dieser Einwand trifft jedoch nur zu bei Leitspindeldrehbänken, denn Patronenbänke arbeiten ohne Vorgelege und gerade darin besteht ihr Vorzug.

eines sechs- bis achtschraubigen Klemmfutters conaxial zur Spindel befestigt und ausgerichtet ist, wird es zunächst auf die passende Stärke abgedreht. Zur Erzeugung der Schraubengänge dient dann die sog. Patrone, d. h. eine in der Regel kurze Schraube von verhältnissmässig grossem Durchmesser, welche auf das zu diesem Zweck schwach conisch abgedrehte andere Ende der Cylinderspindel fest aufgesteckt wird. Eine Gewindebacke, welche in sicherer Führung der Patrone in Axenhöhe genähert und nach erfolgtem Eingriff festgestellt werden kann, ertheilt der Spindel während der Rotation zugleich eine axial fortschreitende Bewegung von der Steigung der Patrone, so dass ein gegen das Werkstück geführter Stichel in das letztere Schraubenwindungen von der gleichen Steigung einschneidet. Der Stichel ist nach dem Profil der herzustellenden Schraube geformt (in der Regel nach dem gleichseitigen Dreieck); er durchläuft die Gänge stets nur in einer Richtung und so oft, bis die gewünschte Stärke erreicht und eine Schraube von genau denselben Steigungsverhältnissen wie die der Patrone hergestellt ist. Vorausgesetzt ist hierbei allerdings, dass die Bewegung aller Theile ganz correct vor sich geht; ist dies aber der Fall und die Patrone ganz fehlerfrei, so darf man zuversichtlich auf die Erzeugung einer in Bezug auf Ganghöhe fehlerfreien Schraube rechnen. Längere Schrauben, die sich, wenn sie nur an einem Ende eingespannt sind, während der Arbeit stark durchbiegen würden, können nach demselben Copirungssystem zwischen Spitzen oder noch besser zwischen Kugeln geschnitten werden. Ich gedenke, dieses Verfahren in einem späteren Aufsätze besonders zu beschreiben.

Auch die für die Schraube herzustellende Schraubenmutter kann auf der Spindel geschnitten werden. Es gehört dazu ein längerer an seinem Ende kurz umgebogener Stichel von passender Zahnform, der von dem Support aus in die zu schneidende Mutter hineinreicht. Schraube und Mutter erhalten durch dieses Verfahren genau gleiche Steigung.

Für die letzte Formgebung der Schraubengänge und zur Nachregulirung der Cylindergestalt wende ich, wie schon erwähnt, die Schraubenkluppe an, desgleichen für die Mutter einen nach demselben Princip hergestellten Gewindebohrer.

Zur Erzielung eines innigen Anschlusses der beiderseitigen Gänge ist folgendes zu beachten.

Der Gewindebohrer und die Backen sind möglichst scharfgängig zu erhalten, damit sich die von ihnen geschnittenen Vertiefungen recht scharf ausarbeiten. An der Schraube sowohl wie an der Mutter werden nun die scharfen der vorspringenden Gänge absichtlich durch Ueberdrehen bezw. Ueberschleifen abgeflacht. Es entstehen nach Ineinanderschrauben der Gänge kleine Lücken einerseits zwischen den abgestumpften oberen Gängen der Schraube und den vertieften scharfen der Mutter, andererseits zwischen den abgeflachten inneren Gängen der Mutter und den scharf eingeschnittenen Gängen der Schraube. Durch diese Einrichtung wird ein inniger Anschluss der Schraubengänge beider Theile ermöglicht, und der todte Gang kann hiermit bei leichtem Gange der Schraube auf ein Minimum reducirt werden. Um auch die Reste des todtten Ganges zu beseitigen, gebe ich der Mutter noch folgende Form. Der Querschnitt der Mutter wird radial in sechs gleiche Sectoren getheilt. Von den hierdurch abgetheilten sechs Gewindegsegmenten werden drei nicht benachbarte ausgespart; drei bleiben übrig, von denen zwei als Gewindelager für die Schraube stehen bleiben, während das letzte aus der Mutter herausgeschnitten und in die Form

einer rechteckig prismatischen Backe gebracht wird, welche nach innen noch mit Gängen versehen ist und mittels Stellschrauben sanft an die Schraube angedrückt werden kann.

Die Schraube hat also nur drei Anschlüsse an die Mutter, welche durch drei Aussparungen getrennt sind.

Die letztbeschriebene Anordnung hat sich bei einer feinen Schraube von 0,27 mm Steigung bei starkem zwanzigjährigen Gebrauch, bei einer zweiten von 1 mm Steigung bei noch grösseren Gebrauchsanforderungen so bewährt, dass bis heute noch nichts von todttem Gange bemerklich geworden ist.

Für Stellschrauben, beispielsweise für Dreifüsse, wende ich mit Erfolg dieselben Aussparungen an, indem ich zwei Gewindetheile und eine Lücke auf der einen Seite des halbirenden Schnittes und zwei Lücken und einen Gewindetheil auf der anderen Seite anordne.

Es dürfte wohl einleuchten, dass man auf die vorbeschriebene Weise, allerdings nicht ohne die selbstverständlich in hohem Maasse nöthige Sorgfalt, von einer correcten Patrone unbegrenzte Mengen correcter Mikrometerschrauben, auch in verschiedenen Durchmessern, copiren kann.

Ein folgender Aufsatz soll nun die Regulirung solcher Patronen, ausserdem aber ein neues Verfahren zur Erzeugung bestimmt vorgeschriebener Steigung behandeln.

---

## Vermischte Mittheilungen, betreffend Spectralapparate.

Von

Prof. Dr. H. C. Vogel in Potsdam.

---

### I.

#### Vorrichtung zur Messung der Spectrallinien, besonders bei lichtschwachen Spectren.

Zu den Messungen, die bei gewöhnlichen Spectralapparaten behufs einer spectral-analytischen Untersuchung angestellt werden, oder, bei sogenannten Spectrometern, die Bestimmung der Brechungsexponenten zum Zwecke haben, bedarf man einer Marke im Beobachtungsfernrohre, welche man auf die Linien des Spectrums einstellt.

Auf diese Marke kommt bei feinen Messungen sehr viel an, und beziehen sich die folgenden Mittheilungen lediglich auf dieselbe.

Beim Sonnenspectrum, in dem dunkle Linien auf hellem Grunde erscheinen, und auch bei solchen Spectren, in denen helle Linien auf nicht zu schwach leuchtendem Grunde stehen, ist ein Fadenkreuz (sogen. Andreaskreuz) mit Vortheil anzuwenden. Der Winkel, welchen die Fäden einschliessen, beträgt am besten  $50^\circ$ , die Spectrallinien halbiren diesen Winkel, wenn der Kreuzungspunkt auf sie eingestellt ist. Ein Faden, der parallel zu den Linien des Spectrums gestellt ist, erweist sich als ganz unbrauchbar zu feineren Messungen. Man könnte zwar glauben, durch Einstellung des Fadens in gleichen Abständen rechts und links von der zu bestimmenden

Linie grosse Genauigkeit zu erzielen, dem ist aber nicht so, da das Aussehen der dunklen Linien im Sonnenspectrum von dem Mikrometerfaden zu verschieden ist, auch die Messungen durch nebenstehende Spectrallinien und durch die verschiedene Helligkeit des continuirlichen Spectrums stets sehr beeinflusst werden.

Fast denselben Grad von Genauigkeit, den man mit einem Fadenkreuz erhält, erreicht man, wie ich aus langjähriger Erfahrung constatiren kann, mit einer Spitze, oder noch besser mit zwei einander gegenüberstehenden (Fig. 1).



Fig. 1.

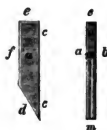


Fig. 2.

Fig. 3.

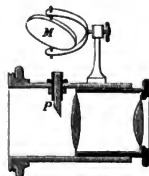


Fig. 4.

Es ist wesentlich, dass diese Spitzen eine breite Basis haben, scharfkantig und nach dem Ocular zu eben hergestellt sind. Der Vortheil dieser Vorrichtung, gegenüber den Kreuzfäden, besteht darin, dass man noch bei sehr grosser Lichtschwäche des Spectrums, gleichviel ob dasselbe dunkle oder helle Linien hat, messen kann. Selbst bei Spectren mit hellen, isolirt auf dunklem Grunde stehenden Linien erkennt man in der Nähe der hellen Linie die dunkle Spitze und vermag ohne zu grosse Augenanstrengung auf dieselbe mit verhältnissmässig grosser Sicherheit einzustellen.

Bei ganz schwachen Spectren versagt aber auch diese Vorrichtung. Das Nächstliegende wäre dann, helle Kreuzfäden anzuwenden, doch habe ich damit nie erfreuliche Resultate erzielt. Die zu erreichende Genauigkeit ist eine nur geringe, und ist es äusserst schwer, besonders wenn der Spectralapparat an einem grösseren Fernrohr zur Beobachtung von Objecten am Himmel angebracht ist, eine Lampe während der Beobachtung so zu halten, dass beide Fäden gleich hell beleuchtet sind.

Folgende Vorrichtung, die der Mechaniker A. Hilger in London nach meinen Angaben in sehr hübscher Weise ausgeführt hat, leistet bessere Dienste. Ein kleines schmales Glasprisma, in den vorstehenden Fig. 2 und 3 in der Seitenansicht und von oben gesehen dargestellt, ist an den Flächen *a*, *b* und *f* mattgeschliffen und geschwärzt. Die Oberfläche *c* ist versilbert und auf dieser Versilberung eine feine Linie *mm* eingerissen. Licht, welches auf die Fläche *e* fällt, geht durch das Prisma, wird an der Fläche *d* reflectirt und erleuchtet die zarte Linie *mm*. Dieses kleine Prisma *P* ist in einer Messinghülse gefasst und wird, wie aus Fig. 4, welche den vorderen Theil des Beobachtungsfernrohres mit Ocular darstellt, ersichtlich ist, im Fernrohr angebracht. Die Lichtlinie reicht bis nahe zur Mitte des Gesichtsfeldes. *M* ist ein Spiegel, der das Licht einer Lampe in das Prisma *P* gelangen lässt. Da bei lichtschwachen Spectren die Erleuchtung der Linie nur eine sehr geringe zu sein braucht, kann die Lampe weit vom Beobachter entfernt stehen. Beiläufig sei bemerkt, dass der Apparat noch so eingerichtet ist, dass man nach Belieben das Prisma mit der hellen Linie mit einer dunklen Metallspitze vertauschen kann.

Vielleicht noch vortheilhafter dürfte die Verwendung phosphorescirender Substanzen zur Herstellung einer hellen Marke im Fernrohr sein. Ich kam vor Kurzem auf die Idee, die jetzt im Handel zu verschiedenen Gegenständen benutzte phosphorescirende Substanz, die stundenlang nachleuchtet, zu dem Zwecke zu verwerthen. Der Versuch gelang vollständig. Die oben beschriebenen und abgebildeten Spitzen wurden anstatt aus Metall aus Glas hergestellt und auf der Rückseite mit der phosphorescirenden Substanz belegt. Wurden dieselben vorher belichtet, so erschienen die Spitzen im hellen Theile eines Spectrums dunkel, da die phosphorescirende Schicht undurchsichtig ist; bewegte man das Fernrohr auf weniger leuchtende Theile des Spectrums, so erschienen die Spitzen in dem Maasse heller, als die Intensität des Spectrums abnahm, so dass in der That nichts zu wünschen übrig blieb. Ich bemerke noch, dass man auch die auf der Rückfläche mit phosphorescirender Substanz belegten Glasplättchen auf der Oberfläche versilbern und auf der Versilberung eine feine Linie einreissen kann, die dann als feine Lichtlinie erscheint. Auch eine nachleuchtende Scale lässt sich im Innern des Fernrohres anbringen und ist deutlich zu erkennen.

## Ueber einen rotirenden Spectralapparat.

Von

Dr. O. Lohse in Potsdam.

Bereits im Jahre 1874 stellte ich einige Versuche an, um auf photographischem Wege die Chromosphäre der Sonne und die partiellen Erhebungen derselben — Protuberanzen — zu fixiren. Ich bediente mich dabei eines absorbirenden Mediums, welches dicht vor der lichtempfindlichen Platte angebracht wurde, und erhielt damals bereits um die überexponirte Sonnenscheibe herum jenen dunklen Ring, der Janssen bei seinen neuesten photographischen Untersuchungen<sup>1)</sup> aufgefallen ist, und den man versucht sein kann, für ein Abbild der Chromosphäre zu halten. Bei späteren im Sommer 1878 angestellten Experimenten wurde das vom Objectiv erzeugte Bild ohne Zwischenschaltung eines absorbirenden Mittels direct auf einer reinen Jodsilberschicht aufgefangen, die bekanntlich die Eigenschaft hat, bei verhältnissmässig kurzer Exposition beinahe ausschliesslich für die Farbengattung empfindlich zu sein, die mit der Wasserstoff-, also auch Protuberanzlinie *H<sub>γ</sub>* zusammenfällt. Auch bei diesen Versuchen wurde der bereits erwähnte dunkle Ring erhalten, es gelang indess nicht darüber Gewissheit zu erlangen, ob dieser Ring wirklich ein Bild der Chromosphäre sei<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Compt. rend. Vol. 91. pag. 12.

<sup>2)</sup> Eine partielle Sonnenfinsterniss würde eine willkommene Gelegenheit bieten alle Zweifel zu beseitigen, denn wenn auf der Photographie derselben der Mondrand jenen dunklen Ring auch zeigt, so könnte er der Chromosphäre nicht eigenthümlich sein, im anderen Falle aber wäre der Beweis erbracht, dass man in dem dunklen Ringe, der sich auf überexponirten Sonnenbildern zeigt, eine Wirkung des Chromosphärenlichtes und keine Irradiationserscheinung vor sich habe.



Um nun ausser auf dem beschriebenen, hinsichtlich der Fixirung der lichtschwächeren Protuberanzen selbst wenig Aussicht bietenden Wege noch auf andere Weise dem angedeuteten Ziele näher zu kommen, construirte ich im Frühjahr 1880, nach einem Principe, welches im Wesentlichen schon früher<sup>1)</sup> angedeutet worden ist, den weiter unten abgebildeten Spectralapparat. Der leitende Gedanke, welcher der Construction desselben zu Grunde liegt, ist der, das Bild der Chromosphäre aus einer Reihe von Spaltbildern zusammenzusetzen, indem man dem gesammten Spectralapparate, bei feststehender photographischer Camera, eine gleichförmige Bewegung ertheilt. Ich wählte hierzu keine geradlinige Bewegung, bei welcher das Bild der Chromosphäre aus parallelen Spaltbildern zusammengesetzt werden würde, sondern eine Kreisbewegung, in Folge welcher der erste im Focus des Fernrohrs befindliche Spalt — bei gehendem Uhrwerke — stets nach dem Centrum des Sonnenbildes gerichtet bleibt. Der Apparat gewann dadurch von vornherein eine wesentlich andere Gestalt, als der Construction entspricht, welche in No. 1899 der Astronomischen Nachrichten vorgeschlagen worden ist.

Aus der beistehenden schematischen Darstellung (Fig. 1) wird das von mir befolgte Arrangement ersichtlich sein.

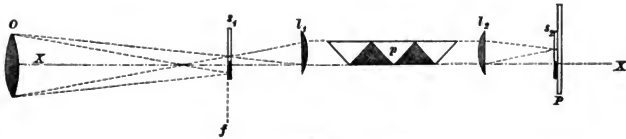


Fig. 1.

O bedeutet das Objectiv eines grösseren Fernrohrs, welches in der Focalebene  $f$  der violetten Strahlen ein Bild der Sonnenscheibe von beispielsweise 50mm Durchmesser entwirft. Dieses Bild wird von einer geschwärzten Metallscheibe aufgefangen, in welche eine glänzende Kreislinie eingerissen ist, deren Centrum mit der optischen Axe des Fernrohrs zusammenfällt. In diese Kreislinie wird das Bild der Sonne concentrisch eingestellt und in dieser Lage durch das Uhrwerk des Fernrohrs festgehalten. Die Metallscheibe enthält vor dem ersten Spalte  $s_1$  einen kleinen Ausschnitt, welcher sich in radialer Richtung durch einen Schieber soweit reduciren lässt, dass ausser der Chromosphäre nur ein ganz schmaler Randtheil der Sonnenscheibe sein Licht in den Spectralapparat hineinsendet, während der ganze übrige centrale Theil abgeblendet wird. Bei concentrischer Stellung des Sonnenbildes ist der Spalt  $s_1$  radial gerichtet, und bleibt es auch bei der später erfolgenden Drehung des Apparates um die Axe  $XX'$ . Das vom Spalte  $s_1$  kommende Licht wird von der als Collimator dienenden einfachen planconvexen Linse  $l_1$  parallel gerichtet, geht durch den Prismensatz  $p$ , welcher für Violett à *vision directe* ist, in die Linse  $l_2$  von gleicher Brennweite wie  $l_1$ . Die Linse  $l_2$  erzeugt in ihrem Focus ein Bild des Spectrums des Sonnenrandes und seiner Umgebung, von welchem Spectrum durch den

<sup>1)</sup> Astr. Nachr. No. 1899. Ueber directe Photographirung der Sonnenprotuberanzen, von C. Braun.

beweglichen Spalt  $s_2$ , das schmale Stück herausgeblendet wird, das die violette Wasserstofflinie  $H\gamma$  enthält. Dicht hinter dem zweiten Spalte  $s_2$ , befindet sich in fester Verbindung mit dem Fernrohr die lichtempfindliche Platte  $P$ .

Wenn der Apparat in Thätigkeit gesetzt werden soll, so werden die mit einander verbundenen Theile  $s_1$ ,  $l_1$ ,  $p$ ,  $l_2$  und  $s_2$ , mit gleichförmiger Geschwindigkeit um die Axe  $XX$  gedreht, wobei der mit schmalen Lederstreifen versehene Spalt  $s_2$ , direct auf der empfindlichen trockenen Gelatineplatte schleift. Es erzeugt sich auf diese Weise ein entgegengesetzt gekrümmtes Bild des Sonnenrandes, bei dem die Protuberanzen nach dem Centrum statt nach aussen gerichtet sein würden. Aus diesem Umstande entspringt nebenher der kleine Vortheil, dass das Bild der Chromosphäre, welches in Folge der Drehbewegung von vornherein längere Exposition erhält, als die Theile der Sonnenscheibe, auf der Platte auf einen engeren Raum zusammengedrängt wird und also eine relativ stärkere Wirkung auf die empfindliche Schicht ausübt.

Ehe die definitive Ausführung des rotirenden Spectralapparates ins Auge gefasst wurde, erschien es gerathen, an einer provisorischen Vorrichtung das ganze Arrangement zu erproben. Hierbei ersetzte ich die Drehbewegung, der Einfachheit wegen durch eine geradlinige und liess die zusammengehörigen Theile des Spectralapparates auf einem Wagen vor dem projecirten Bilde der Lichtquelle durch eine Standuhr vorüberziehen. Zu diesen Vorversuchen diente elektrisches Licht, dessen Flammenbogen und glühende Kohlenspitzen mit Hülfe eines photographischen Objectivs auf den ersten Spalt  $s_1$  projecirt wurden. Das Resultat war ein sehr günstiges, denn es entstand trotz der etwas incorrecten Montirung von Linsen, Prismen etc. ein recht scharfes Bild der Kohlenspitzen durch die Wirkung monochromatischen violetten Lichtes. Das Bild war freilich mit zahlreichen Linien durchzogen, welche parallel dem Spalte waren und von der nicht genügend gleichförmigen Bewegung des Wagens herrührten, indess dies war doch nur als ein Uebelstand zu betrachten, der bei exacter Ausführung des Ganzen vermieden werden konnte. Die günstig verlaufenen Vorversuche bewirkten, dass ich nach den dargelegten Principien einen Apparat construirte und dessen Dimensionen dem grossen Refractor des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam anpasste. Die Ausführung des Instrumentes übernahm die mechanische Werkstatt von Fr. Schmidt & Hänsch in Berlin, und giebt die nachstehende Abbildung (Fig. 2), welche nach einer von mir hergestellten Photographie in Holz geschnitten wurde, ein Bild des Instrumentes, zu dem nur wenige Worte der Erläuterung nöthig sein werden.

Innerhalb dreier cylindrischer Eisenstäbe, welche die Verbindung mit dem Fernrohr vermitteln, bewegt sich mit möglichst wenig Reibung in den zwei Ringen  $r$  und  $r_1$  die Trommel  $T$ . Letztere enthält die fünf wesentlichen Theile des Spectralapparates, nämlich die beiden Spalte, den Prismenkörper und die beiden Linsen, in der Anordnung, wie durch die obige schematische Fig. 1 angedeutet wurde. Von den Spaltvorrichtungen ist in Fig. 2 nur diejenige zu ersehen, die mit der empfindlichen Platte in Berührung gebracht wird und hier den Buchstaben  $S$ , trägt, sie kann mit Hülfe von Zahn und Trieb heraus- und hineingeschraubt werden. Die photographische Kassette  $K$  schiebt sich in dem Rahmen  $R$ , dessen cylindrischer Ansatz lichtdicht in die Trommel  $T$  hineinpasst. Ehe bei einer Aufnahme der Schieber der Kassette geöffnet wird, muss der Rahmen  $R$  sammt der Kassette  $K$

mit Hilfe des wegdrehbaren Riegels  $v$  und der Schraube  $w$  gegen die Trommel hinbewegt werden, bis die gewünschte Entfernung zwischen der zweiten Linse  $l_2$  und der empfindlichen Platte erreicht, und das Ganze lichtdicht abgeschlossen ist. Sodann wird der Cassettenschieber geöffnet und der Spalt  $S_2$  mittels Triebbewegung an die lichtempfindliche Oberfläche heranbewegt. Ist auch dies geschehen und die Sonne

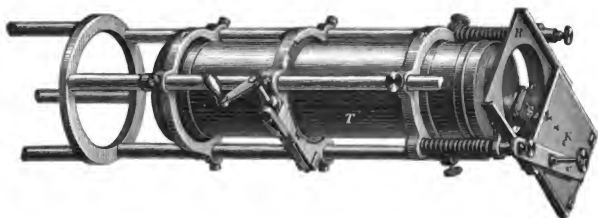


Fig. 2.

eingestellt, so wird die Trommel, auf der sich ein Zahnkranz befindet, mit einer Schraube ohne Ende in Drehung versetzt. Wie aus der in der Abbildung bemerkbaren Kurbeleinrichtung ersichtlich ist, sollte die Drehung mit Hilfe der Hand bewirkt werden, indess es dürfte vortheilhafter sein, hierfür ein kleines Uhrwerk zu benutzen, weil bei der geringen Weite des Spaltes  $S_2$  jede noch so kleine Unregelmässigkeit in der Bewegung sich auf dem Bilde bemerkbar macht. —

Für Ocularbeobachtungen würde ein nach dem obigen Principe hergestelltes Rotationspectroskop sich viel einfacher gestalten und wesentliche Erleichterungen bei der Untersuchung des ganzen Sonnenrandes bieten. Da für statistische Protuberanzbeobachtungen ein kleines Fernrohr von vielleicht 5 Fuss Brennweite vollkommen ausreicht, sogar einem grösseren vielfach vorgezogen wird, so würden sich die Dimensionen des Instrumentes sehr verringern. Die Drehung des Apparates könnte ohne Einschaltung einer Schraube ohne Ende, einfach mittels zweier Handgriffe bewirkt werden, wodurch in ganz kurzer Zeit eine genaue Inspection des Sonnenrandes bei fortwährend radial stehendem Spalte ermöglicht ist. Es braucht kaum hervorgehoben zu werden, dass die Bestimmung der Positionswinkel der Protuberanzen bei einem solchen Arrangement, sobald nur das Uhrwerk die Sonne einigermassen festhält, mit grosser Leichtigkeit und Präcision erfolgen kann. Dergleichen Instrumente für Ocularbeobachtung von Protuberanzen sind zwar bisher nicht ausgeführt, doch würden sie in der mechanischen Werkstatt von Fr. Schmidt & Hänisch in Berlin, welche sich der Herstellung des für das Königliche Observatorium zu Potsdam bestimmten rotirenden Spectralapparates mit dankenswerther Sorgfalt unterzogen hat und mit den Eigenthümlichkeiten des Apparates vollkommen vertraut ist, sofort angefertigt werden können.

## Ueber graphische Methoden in der Physiologie.

Von

Prof. Dr. H. Kronecker in Berlin.

Um Bewegungen von Körpern zu messen, beobachtet man deren Verschiebungen gegen feste Maassstäbe. Hebel mannigfacher Art dienen, um kleine Aenderungen vergrössert anzuzeigen (Zeiger). Von gedrehten Spiegeln reflectirte Lichtbildchen lassen minimale Winkelausschläge ohne Kraftverlust in beliebig grossem Bogen angeben. Solche Beobachtungen sind aber nicht anwendbar, wenn die Bewegungen so rasch erfolgen, dass das Auge ihnen nicht zu folgen vermag; sie sind ferner unthunlich in solchen Fällen, wo man die Zeiten nicht kennt, zu welchen die Ablesung wichtig ist.

Um in solchen Fällen ebenfalls Messungen zu ermöglichen, sind die graphischen Methoden erdnen worden. Wenn der Zeiger eine Spur seines Weges hinterlässt, so wird dadurch auch nachträgliche Messung der Bewegungsgrösse ermöglicht.

Eine Schreibfeder, welche auf einer Papierfläche vertical aufsteigend zeichnet, während die Fläche in horizontaler Richtung und mit bekannter, gleichmässiger Geschwindigkeit vorbeigezogen wird, lässt die zu jeder Zeit von ihr erreichten Höhen sowie auch die veränderlichen Geschwindigkeiten ihres Auf- und Absteigens durch das Verhältniss der in benachbarten Zeiteinheiten erreichten Höhen aus der Zeichnung nachträglich erkennen.

So können wir die häufigen Bewegungen einer Stimmgabel nachträglich nach Zahl und Grösse bestimmen, wenn wir eine schwingende Zinke auf einer bewegten Fläche, deren Längeneinheiten bekannten Zeiteinheiten entsprechen, aufschreiben lassen.

Vor Anderen haben die Meteorologen die graphischen Methoden geübt und ausgebildet. Ons-en-Bray construirte schon 1734 einen Anemographen, der auf einen rotirenden Cylinder die Windstärke aufschrieb. Rutherford beschrieb 1794 einen Thermometrographen, Magellan 1779 einen continuirlichen Meteorographen, welcher an beliebigem Orte der Erde sämmtliche damals bekannten atmosphärischen Veränderungen aufnotiren sollte<sup>1)</sup>.

In neuerer Zeit sind die selbstthätigen Schreibvorrichtungen zu meteorologischen Zwecken sehr allgemein auf den Beobachtungsstationen eingeführt und demzufolge die hierzu dienenden Apparate sehr vervollkommen worden. Von den grossen Fortschritten, welche die wissenschaftliche Technik gemacht hat, geben die trefflichen Registrirapparate zu meteorologischen Zwecken, welche in der Werkstatt von R. Fuess zu Berlin gefertigt werden<sup>2)</sup>, eine schöne Vorstellung.

Unabhängig von der Meteorologie hat die Physiologie die Registrirmethoden wiedergefunden und ausgebildet.

<sup>1)</sup> Marey. La méthode graphique dans les sciences expérimentales. Paris 1878 S. 114. Radau, Etude historique sur les météorographes.

<sup>2)</sup> Berichte über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879. Herausgegeben von Loewenherz. Verlag von Julius Springer. Berlin 1880. S. 230 ff.

Die Erfindung des Kymographion 1847 durch C. Ludwig ermöglichte genaue und ruhige Messung wechselnder Blutdruckgrößen<sup>1)</sup>.

Hierdurch wurde der Physiologie die graphische Methode dienstbar. Bald erfuhr sie eine ungeahnte Anwendung. Das Myographion (Helmholtz) gewährte die Mittel, ausserordentlich schnelle Vorgänge im Thierkörper, den Verlauf der einfachen Muskelzuckung, die latente Reizung, die Fortpflanzung der Erregung in Nerven, (deren Geschwindigkeit noch wenige Jahre zuvor für unendlich gross gehalten worden war) anschaulich und messbar zu machen.

Später wurde die graphische Methode in mannigfacher Weise variiert:

Einerseits wurden die Theile geändert, welche die Bewegung von den Organen auf die Schreibfeder übertragen.

So wurden im Sphygmographen (Vierordt) die Blutdruckschwankungen, anstatt durch das Quecksilbermanometer, durch einen Fühlhebel, welcher der unversehrten Arterie anlag, der Zeichenfeder übermittelt. Das Federmanometer (Fick), nach dem Principe des Bourdon'schen construiert, war wieder mit dem Blutstrom in freie Verbindung gebracht.

Andererseits ward die bewegte Fläche verändert, welche die zeitliche Folge der Federbewegungen in eine räumliche umwandelt.

Sie war beim Kymographion ein Cylindermantel, der mit möglichst gleichmässiger gehaltener Geschwindigkeit kreiste, ähnlich beim Myographion.

Im Marey'schen Sphygmographen aber wird eine Platte, mit Zahnstange versehen, durch ein Uhrwerk an der Zeichenfeder vorübergeschoben, im Polygraphen ein Papierstreifen ohne Ende vorübergewalzt, ähnlich wie beim Morse'schen Telegraphenapparate.

Das Harless'sche Fallmyographion, das Valentin'sche Kreisscheibenmyographion, das Fick-Helmholtz'sche Pendelmyographion, das du Bois-Reymond'sche Federmiographion, das Hensen'sche Vibrationsmyographion, das Rosenthal'sche Kreiselmigraphion sind Apparate, deren Bewegungsart in der durch ihren Namen ausgedrückten Weise variiert.

Die etwaigen Unregelmässigkeiten in der Bewegung der Zeichenfläche werden durch Chronographen in Form von Sekundenpendeln und Stimmgabeln controlirt. (Ludwig und Stephan 1862. Czermak 1865, Brondgeest 1867, Donders 1868).

Die graphische Methode gewährt die Möglichkeit, die Versuchsdaten unmittelbar festzuhalten und nachträglicher genauer Messung zu unterwerfen. Ausserdem gibt sie Gelegenheit, die gewonnenen Autogramme ohne Vermittelung des rechnenden Beobachters dem Leser vorzuführen, welchem hierdurch gewissermassen eine Gewähr gegen parteiliche Modellirung der Resultate geboten werden soll. Auch bilden die sauberen Curven, welche durch gut functionirende Versuchsanordnungen gewonnen worden sind, einen sehr gefälligen Schmuck von Abhandlungen. Durch den Missbrauch, Nebeneffecte in Hauptziele zu verkehren, ist der Werth dieses bedeutungsvollen Hilfsmittels der biologischen Technik sehr geschwächt worden. Ja, die Methode, welche, verständig gehandhabt, den getreuesten Ausdruck der

---

<sup>1)</sup> Diesen Abschnitt habe ich aus meinem Beitrage zum Berichte über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung im Jahre 1876, herausgegeben von A. W. Hofmann, entnommen (Dieser Theil ist noch nicht erschienen).

Vorgänge im Thierkörper zu geben geeignet ist, hat durch Nichtachtung ihrer ersten Grundsätze zu so argen Täuschungen Anlass gegeben, wie die einfache Betrachtung der Organe sie niemals hätte ermöglichen können. Während bald, nachdem das Kymographion erfunden war, auf das Heftigste gegen dasselbe geeifert wurde, weil es die Pulsform und -Höhe nicht ganz getreu wiederzugeben geeignet sei, während subtile mechanische Untersuchungen angestellt wurden, um die Fehler des Quecksilbermanometers zu bestimmen und zu vermeiden, hatten später viele Physiologen den Hauptzweck des Apparates, die Grösse des Blutdruckes und seiner Schwankungen zu messen, gänzlich aus dem Auge verloren. Dagegen wurden die Varietäten des Pulses, wie er zumal an der Radialarterie gewonnen werden konnte, auf das Sorgfältigste registriert, demonstrirt und selbst photographirt, und hierdurch ist für die praktische Medicin wohl manches wichtige diagnostische Merkmal gewonnen, aber die Kenntniss von der Circulation wurde damit nicht in einer der vielen Arbeit entsprechenden Weise gefördert.

Diejenigen Forscher, welche nicht mit dem ungefähren Bilde des registrierten Vorgangs sich begnügen, sondern präcise Daten wünschen, müssen auch bei solchen Zeichnungen, welche treu die Grössen der Bewegungen wiedergeben, sorgfältige Messungen der erhaltenen Curven ausführen, um die Resultate numerisch festzustellen. Solche Arbeit ist oft mühsam und sehr Zeit raubend. Ausserdem macht das Schreiben der Blutdruck- und Athmungscurven auf Papier ohne Ende die Uebersicht über einen Versuch, zumal während der Dauer desselben, unbequem; auch ist die Möglichkeit, von den räumlich sehr ausgedehnten Zeichnungen Stücke als Beläge zu Abhandlungen zu veröffentlichen, recht beschränkt. Schliesslich ist die Zusammenstellung der graphischen Apparate in der Nähe der Beobachtungsobjecte, z. B. wenn dieselben in Betten liegende Patienten sind, oft kaum ausführbar. Aus diesem letzten Grunde sind die Luftkapselschreiber, welche die Uebertragung von Bewegungen durch längere Schläuche gestatten, sehr in Aufnahme gekommen. (Marey, E. Grunmach).

Ein neuer Versuch, den genannten Mängeln abzuhelfen, liegt in der hier folgenden Mittheilung vor.

## Ein telegraphisches Kymometer.

Von

Prof. Dr. H. Kronecker in Berlin.

Dieser Apparat soll die Schwankungen der Quecksilbersäule in einem Manometer in beliebiger Entfernung vom untersuchten Objecte messen und aufnotiren. Bei dem Ludwig'schen Kymographion registriert der Stab, welcher auf dem Quecksilber schwimmt, mittels einer Schreibfeder auf einem mit bekannter Geschwindigkeit vorbeigezogenen Papierblatte die Hebungen und Senkungen des Schwimmers. Der neue Apparat hat die Aufgabe, die Anzahl der Millimeter, um welche das Quecksilber im Manometer während bekannter Zeiträume gestiegen oder gesunken

ist, ausserdem die absolute Druckhöhe, in welcher er sich zur Zeit der Beobachtung befindet, zu notiren. Um den genannten Anforderungen zu genügen, ist der Eisenstab des Schwimmers so eingerichtet, dass er bei jeder Verschiebung um 1 mm eine elektrische Verbindung unterbricht.

Jede Stromunterbrechung wird von einem eigens construirten Schreiblephon auf dem berussten Mantel eines Kymographioncylinders registriert. Aus diesen Notizen müssen wir aber ersehen können: 1) ob der Druck grösser oder kleiner wird (in positivem oder negativem Sinne schwankt), 2) mit welcher Geschwindigkeit der Druck schwankt, d. h., um wie viele Millimeter er sich in der Zeiteinheit ändert, 3) in welcher absoluten Höhe über dem Nullpunkte die Druckveränderungen erfolgen.

Die Lösung der ersten Aufgabe ist durch folgende Vorrichtung ermöglicht: Der Eisenschwimmer (vergl. Fig. 2, S. 30) trägt (in ganzer Länge) ein Schraubengewinde von 1 mm Steigung, dessen Vertiefungen durch Schellack ausgefüllt sind. Auf der freien Mündung des U-förmigen Manometers sind 3 Rädchen derart angebracht, dass die Axe des Manometerrohres mit jedem der Durchschnittskreise in einer Ebene liegt, während die 3 Kreisflächen unter Winkeln von  $120^\circ$  gegen einander gestellt sind. Die drei Peripherien sind aber nicht bis zur Berührung einander nahe gebracht, sondern lassen einen so grossen Raum frei, dass der Schwimmerstab alle drei Reifen berührend hindurchgeführt werden kann.

Fig. 1 stellt diese Einrichtung in horizontalem Durchschnitt schematisch dar. *a* bezeichnet den Querschnitt des Schwimmers, *b*, *c* und *d* die Projectionen der Rädchen auf die Horizontalebene, *e*, *f* und *g* die in Zapfenlagern laufenden Axen der 3 Rädchen. Die Rädchen *b* und *c* sind von Messing und derart gestellt, dass, wenn ein Punkt der metallischen Schraubenlinie des Schwimmers die Peripherie eines Messingröllchens berührt, gleichzeitig ein zweiter um  $120^\circ$  auf der leitenden Schraubenlinie entfernter Punkt mit dem zweiten Messingröllchen Contact hat. Derart kann ein elektrischer Strom von einem Messingröllchen durch den Stahlstab zum anderen geleitet werden. Die Zuleitung des Stromes zu den Röllchen geschieht durch kleine Doppelhebel von hartem Platinblech *h* und *i*, deren kurze Hebelarme federnd an der Kreisfläche der Rädchen schleifen, während die längeren Arme *o* und *p* schaufelförmig endigen. Die Hebel sind um die Axen *k* und *l* drehbar.



Fig. 1.

Fig. 2 gibt eine schematisch skizzirte Vorderansicht eines Stückes vom durchweg schraubenförmig geschnittenen Schwimmer *a* mit einem der drei anliegenden Contactröllchen *b* nebst Leitungshebel *h* und Contactplatten *q* und *r*. Es ist ersichtlich, dass, wenn der Schwimmer *a* von der steigenden Quecksilbersäule aufwärts getrieben wird, er

durch Reibung am Rande des Rädchens *b* dasselbe von links nach rechts dreht. Hierdurch wird das am Rädchen schleifende Ende des Platinhebels *h* nach unten, das jenseits des Drehpunktes gelegene schaufelförmige Ende nach oben getrieben. Die Schaufel legt sich gegen eine Messingplatte *q*, welche durch ein Hartgummiplättchen von einer zweiten Messingplatte *r* isolirt ist. An diese wird das Schaufelende gedrückt, wenn der Schwimmer sinkt. Demzufolge wird jede blanke Schraubengewindung des Stabes *a* eine Stromleitung durch *b* und *h* nach der oberen Messingplatte *q* und deren Polschraube vermitteln, so lange er sich aufwärts bewegt; der

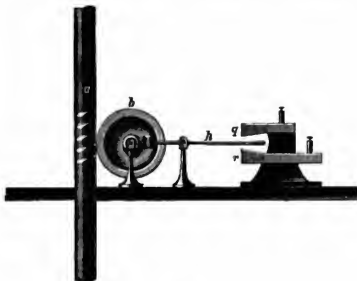


Fig. 2.

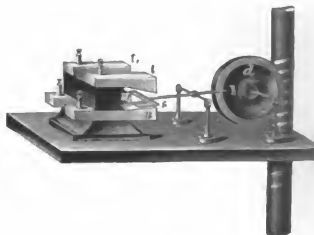


Fig. 3.

Strom wird hingegen nach der unteren Messingplatte *r* und deren Polschraube geleitet, so lange der Schwimmer in abwärts gerichteter Bewegung bleibt. Der Schwimmer läuft, wie oben erwähnt, zwischen 3 Rädchen. Zwei derselben, *b* und *c* sind von Messing und werden durch den metallischen Schraubengang des Schwimmers in Contact gebracht; das dritte Rädchen ist von Hartgummi. Dieses nicht elektrisch leitende Rädchen (Fig. 3) hat nicht nur die Aufgabe, den Stab gegen die Reifen der zwei Messingrädchen anzudrücken, sondern es muss ebenfalls durch seine Bewegung einen schleifenden Doppelhebel *m* auf- und abwärts führen. Das jenseitige Ende dieses Platinhebels ist nicht wie die anderen schaufelförmig, sondern gabelförmig. Die Bewegung der Gabel *s* nach oben hemmen zwei obere isolirte Messingplättchen *t* und *t*<sub>1</sub>; nach unten legt sich die Gabel gegen die isolirten Contacte *u* und *u*<sub>1</sub>. Demgemäss verbindet die Gabel die Contacte *u* und *u*<sub>1</sub>, so lange der Schwimmer abwärts geht, dagegen *t* und *t*<sub>1</sub>, so lange der Schwimmer steigt.

Aus der bisherigen Ausführung wird klar sein, dass durch das System der drei Röllchen und dem zwischenliegenden Schwimmerstabe zwei verschiedene elektrische Leitungen hergestellt werden, je nachdem der Stab nach oben oder nach unten bewegt wird. Das Schema, welches Fig. 4 darstellt, zeigt erstens, wie bei aufsteigendem Schwimmer vom positiven (+) Pole eines galvanischen Elementes *E* der Strom entweder auf dem von der ununterbrochenen Linie bezeichneten Wege *E*, *u*<sub>1</sub>, *u* zur primären Drahtrolle *PR* eines Inductionsapparates und von diesem durch den einen Messingrädchencontact *w*, den Schwimmerstab *a*, den anderen Messingrädchencontact *r* zum negativen (—) Pol des Elements zurückgeführt wird. Das Schema



zeigt zweitens, wie bei absteigendem Schwimmer die durch die punktirte Linie angedeutete Leitung  $E, g, a, v$  den Strom in entgegengesetzter Richtung wie zuvor durch die primäre Spirale  $PR$  fließen lässt, und durch  $t$  und  $t_1$  zum negativen Pole des Elementes zurückführt. Das Schema zeigt drittens, wie von der secundären Spirale des Inductionsapparates der Strom durch ein mit Schreibhebel versehenes sehr starkes Telephon mit 5000 Drathwindungen geleitet wird, natürlich ebenfalls in entgegengesetzter Richtung nach Wendung des Stromes in der primären Rolle.

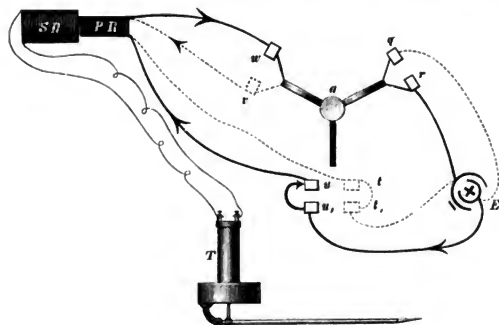


Fig. 4.

Jedesmal, wenn eine blanke Schraubenwindung das Rädchensystem passiert, erfolgt eine Schliessung und Oeffnung des primären Stromkreises. Hierdurch wird je ein Schliessungs- und ein Oeffnungsinductionsstrom in der secundären Spirale  $S R$  erzeugt; dieser verstärkt und schwächt für die sehr kurze Zeit seines Bestehens ( $\frac{1}{4000}$ "") den Magnetismus im Telephonmagneten. Hierdurch wird das Telephonblech näher oder ferner dem dahinter liegenden Magnetele gebracht. Diese sehr kleinen Bewegungen werden durch einen langen Schilfhebel, der nahe seinem Drehpunkte mit dem Mittelpunkte der Telephonblechplatte durch ein Stäbchen verbunden ist, sehr vergrößert auf den berussten Papiermantel des rotirenden Cylinders eines Ludwig'schen Kymographion registriert. Da die Schliessung eines Stromes in der primären Rolle einen Strom von entgegengesetzter Richtung in der secundären Rolle inducirt, die Oeffnung eines Stromes aber einen gleichgerichteten, so würde man es den Telephonzeichnungen gar nicht ansehen können, ob der Strom in der einen oder in der anderen Richtung (vom absteigenden und aufsteigenden Schwimmer) durch die primäre Rolle geleitet wird, wenn nicht die Schliessungsinductionsschläge ungemein viel schwächer wirkten, als die Oeffnungsinductionsschläge. Meist werden nur diese letzteren merklich, sie sind aber immer dem unterbrochenen primären Strome gleichgerichtet, werden folglich in demselben Sinne gewendet, wie der primäre Strom. Eine zarte Federposenspitze am Ende des Telephonschreibhebels zieht auf dem berussten Mantel des Kymographioncylinders eine feine gerade Linie, so lange

das Telephon unerregt bleibt. Wenn die Telephonplatte in Folge eines den Magneten momentan verstärkenden Stromstosses angezogen und wieder losgelassen wird, so zeichnet der Schreibhebel auf der berussten Fläche einen steilen Wellenberg. Die Höhe dieser Wellen beträgt bei unserer Einrichtung etwa 1 mm. Es wirken hier auf ein sehr empfindliches Telephon die Ströme der secundären Rolle eines grossen Schlitteninductoriums von E. du Bois-Reymond, während durch die primäre Rolle der (vom Manometerschwimmer unterbrochene) Strom von 2 mittelgrossen Daniell'schen Elementen geschickt wird. Bei umgekehrter Stromrichtung werden durch die Oeffnungsinductionstösse anstatt der Wellenberge Wellenthäler gezeichnet.

So ist die erste der am Eingange dieser Beschreibung aufgestellten 3 Aufgaben gelöst. Wir erkennen aus der Zeichnung, ob der Druck im Manometer steigt oder sinkt.

Die zweite Aufgabe, welche unserem Apparate gestellt ist, war: anzugeben, mit welcher Geschwindigkeit der Druck im Quecksilbermanometer schwankt, d. h., um wie viele Millimeter er sich in der Zeiteinheit ändert.

Zu dieser Bestimmung brauchen wir nur zu wissen, wie lang das Papierstück ist, welches während einer Secunde unter den Schreibfedern vorbeiläuft. Das Verhältniss der Anzahl von Druckmillimetermarken zu den Sekundenmarken gibt die Geschwindigkeit der Druckschwankung an.

Die dritte Aufgabe war: Der Apparat soll angeben, in welcher absoluten Höhe neben dem Nullpunkte des Druckes die Aenderungen desselben stattfinden.

Diese Bestimmung würde man immer haben können, wenn man die Millimeterzeichen vom Nullpunkte (zu Anfang des Experimentes) an zählte, oder wenn man den Marken selbst ansehen könnte, die wievielte Schraubewindung über dem Nullpunkte sie veranlasst haben. Da beides schwer erreichbar ist, so ist vermöge eines zweiten Hilfsstabes mit Contacten in Distanzen von 1 cm die Einrichtung getroffen worden, jedes Centimeter durch ein besonderes Zeichen zu markiren, so dass man den Eintritt in das Gebiet jedes neuen Druckcentimeters erkennt und nur innerhalb dieses die Millimetermarken zu zählen braucht, um den absoluten Druck am gewünschten Orte zu finden. Diese Zehnermarken giebt ein zweiter Stab, welcher auf dem ersten (Fig. 5) als (doppelte) Verlängerung desselben aufgesetzt ist. Dieser Stab passirt ein zweites Contactröllchensystem, welches dem ersten ganz gleichgebildet ist und vertical über dem ersten am Manometer angebracht ist. Der Stab trägt 15 Contactringsysteme im Abstände von je 1 cm. Die Contactringe vermitteln die Oeffnung und Schliessung einer galvanischen Kette, in deren Kreis ein zweites Schreibtelephon eingeschaltet ist.

Die Form dieser verschiedenen Contactringsysteme giebt Fig. 5 wieder. Das einfachste Zeichen befindet sich auf halber Höhe (bei 80 mm): ein Ring von 0,5 mm Breite, gleich den Contacten des Millimetergewindes auf dem unteren Stabe. Diese einfachste Marke ist an die Stelle gesetzt, wo sich der Blutdruck eines grösseren normalen Warmblüters zumeist befindet. Ober-

halb und unterhalb sind die Centimeterringsysteme um so complicirter, je weiter sie sich von der Mitte entfernen.



Fig. 5.

Diese ganze Anordnung gewährt also die Möglichkeit, auf 3 parallelen je 1,5 mm von einander entfernten Linien, ohne Messung direct abzulesen: in welchen Zeiten, um welche Werthe und in welchem Sinne der Druck in einem Manometer sich geändert hat. Da diese dreifachen Linien um den Cylinder dicht untereinander gezogen werden, indem derselbe während jedes Umganges um etwa 5 mm sich senkt, so hat der Spiralstreifen von 5 mm Höhe auf dem Mantel eines Kymographioncylinders, dessen Höhe 15 cm und dessen Umfang 50 cm beträgt, eine Länge von 15 m. Da der Cylinder bei Versuchen zur Bestimmung physiologischer Druckschwankungen gewöhnlich in 1 Minute einmal umläuft, würden die Resultate eines Versuchs von 30 Minuten Dauer auf einem Papierblatt von 15 cm Höhe und 50 cm Breite notirt werden und unmittelbar als Tafel einer Abhandlung mitgegeben werden können.

Ausserdem gewährt dieses Verfahren die Möglichkeit, auf jede Entfernung die Werthe zu telegraphiren, was zumal für meteorologische Beobachtungen werthvoll werden kann.

Die Leistungen dieses Apparates sollen, durch photolithographirte Curventafeln illustriert, im nächsten Hefte dieser Zeitschrift erörtert werden.

## Kleinere Mittheilungen.

### A. Graham Bell's Photophon.

Der Erfinder des elektrischen Telephons hat dieser seiner Erfindung in dem Photophon eine Fortsetzung gegeben, welche wegen der Neuheit ihrer Ziele und Mittel von hohem wissenschaftlichen Interesse ist, wenn auch über ihre praktische Verwendung zur Zeit noch kein Urtheil abgegeben werden kann.

Das Photophon, beruht auf der 1873 von May entdeckten Eigenschaft des Selen, in die Leitung eines galvanischen Stromes eingeschaltet, demselben einen geringeren Widerstand entgegenzusetzen, wenn es von einem Lichtstrahl getroffen wird, als wenn dies nicht der Fall ist. Auf derselben Eigenschaft beruht das Siemens'sche Photometer, in welchem der Ausschlag einer Multiplicatornadel das relative Maass für die Intensität der auf ein Stückchen Selen fallenden Beleuchtung abgibt.

Indem sich Bell zur Beobachtung schnell wechselnder Helligkeiten statt der Multiplicatornadel des Telephons bediente, und also die Intensitätsschwankungen des Lichts hörbar machte, wurde er zu dem Gedanken geführt, dass es möglich sein müsse, durch Vermittelung des Lichtstrahls ohne Drahtverbindung Töne und Worte in die Ferne zu übertragen.

Die Hauptschwierigkeit für die Ausführung seiner Idee bot die enorme Grösse des Widerstands, welchen das Selen schon in den dünnsten Schichten der elektrischen Leitung entgegengesetzt. Doch gelang es Bell und seinem Freunde Sumner Tainter, diesen Widerstand bis auf etwa  $\frac{1}{1000}$  des bisherigen Minimums zu reduciren, indem sie das Selen statt mit Drähten aus Platin mit solchen aus Messing in leitende Verbindung brachten. Bell vermuthet, dass bei dem Uebergang der Elektrizität aus Selen in ein Metall, auf welches es nicht chemisch wirkt, der Berührungspunkt einen beträchtlichen Widerstand für den Durchgang des elektrischen Stromes bilde, eine Vermuthung, welche gewiss einer genaueren und allgemeineren Prüfung werth wäre. Die schliesslich für das Photophon construirten Selenzellen leisteten einen Widerstand im Dunkeln von nur 300, im Licht von nur 150 Siemens'schen Einheiten.

Um das Selen aufzutragen, wird das Messingplättchen erhitzt und dann mit einem Stück Selen über die Oberfläche gestrichen. Es muss alsdann noch einmal erhitzt werden, etwa über einer Gasflamme, wobei das Aussehen des Selens mehrfach wechselt. Bei einer gewissen Temperatur wird die zuvor glänzende Oberfläche matt. Allmählich breitet sich eine Trübung aus, ähnlich wie beim Anhauchen eines Spiegels. Diese wird stärker und bald befindet sich die ganze Oberfläche in krystallinischem Zustande. Sobald aber nun die ersten Spuren des Schmelzens eintreten, muss die Flamme schnell entfernt werden, um die Selenzelle auf dem Punkte der höchsten Empfindlichkeit zu erhalten. Die ganze Operation dauert nur wenige Minuten<sup>1)</sup>.

Die Anordnung des photophonischen Apparats kann sehr mannigfaltig sein; doch ist die folgende die einfachste und beste. Man spricht in einen Schallbecher, der durch eine vorn versilberte Glimmerplatte geschlossen ist. Auf diese fällt, durch eine Linse concentrirt, das wirksame Licht, welches entweder aus dem Sonnenlicht oder aus einer künstlichen Lichtquelle herkommen kann, und geht nach erfolgter Reflexion durch eine andere Linse, welche die Strahlen wieder parallel lenkt, zur jenseitigen Station. Durch das Sprechen gegen die Glimmerplatte wird mithin der reflectirte Lichtstrahl in eine Reihenfolge von Oscillationen versetzt, welche der Reihenfolge der wirkenden Luftschwingungen entspricht. Auf der Empfangstation werden die Lichtstrahlen durch einen parabolischen Reflector auf eine in dessen Brennpunkte angebrachte empfindliche Selenzelle vereinigt, durch welche der Strom einer elektrischen Localbatterie geht. Dieser wirkt zugleich auch auf ein Telephon, welches mithin unter dem Einfluss der wechselnden elektrischen Intensitäten denselben Ton wieder erzeugt, der auf der anderen Station auf die Glimmermembran gesprochen wird.

So gelang es Bell, über eine Entfernung von 213 m hin die Worte zu verstehen, welche auf die Glimmerplatte der anderen Station gesprochen wurden; doch ist noch nicht entschieden, bis auf welche Entfernung überhaupt die Uebertragung der Sprache durch den Lichtstrahl möglich ist. Die dabei wirksamen Strahlen gehören dem sichtbaren Theile des Spectrums an.

Da das veränderte Verhalten des Selens gegen die Electricität doch wohl nur auf einer Umlagerung der Theilchen des Selens beruhen kann, so prüfte Bell, ob dieser Vorgang etwa auch unmittelbar hörbar werden könne ohne Dazwischenkunft eines elektrischen Telephons. Auch diese Vermuthung bestätigte sich, zwar nicht beim Selen, aber bei vielen anderen metallischen und nicht metallischen Körpern, am entschiedensten bei dem Hartkautschuk und dem Antimon, die in Form dünner Diaphragmen angewandt wurden. Auch diese Versuche verdienen unzweifelhaft das höchste Interesse der wissenschaftlichen Welt.

Es ist zu erwarten, dass das Bellsche Photophon binnen Kurzem auch in Berlin praktisch ausgeführt werden wird, sodass alsdann über die damit angestellten Versuche aus eigener Erfahrung berichtet werden kann.

*Dr. W. Zenker.*

## Vereinsnachrichten.

Fachverein Berliner Mechaniker und Optiker. Sitzung vom 7. December 1880. Vorsitzender: Herr Fuess.

Herr Sprenger macht Mittheilung über die von ihm hergestellte Kippregel. Er hat die Breithaupt'sche Bogenkippregel dahin verändert, dass das Fernrohr zum Durchschlagen eingerichtet und mit einer Reversionslibelle versehen ist. Es kann somit auch dieses Instrument von einem festen Standpunkte aus horizontirt und justirt werden. Das

<sup>1)</sup> A. Weinhold in Chemnitz giebt im Decemberhefte 1880 der Elektrotechnischen Zeitschrift ein Verfahren an zur Herstellung von Selenwiderständen für Photophonzwecke. In eine Glasröhre wird ein doppelgängiges Gewinde eingeztzt, in die Gewindgänge werden zwei Drähte isolirt von einander eingewickelt, deren Durchmesser demnach geringer sein muss als der Abstand der Gänge von einander. Das Ganze wird bis zum Schmelzpunkte des Selens erwärmt und mit letzterem in geeigneter Weise überzogen.

Ann. d. Red.

Instrument, welches unter dem Namen Bockkippregel seit dem Jahre 1875 seitens der Königl. Landes-Aufnahme gebraucht wird, ist in der „Instruction für die Topographen der Königl. Landes-Aufnahme“, sowie im „Militär-Handlexikon von A. Niemann“ und im „Berichte über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung“ ausführlich beschrieben und abgebildet. Der Vortragende führt zur Erläuterung seiner Auseinandersetzungen Kippregel und Stative der verschiedensten Constructionen vor, unter Anderen auch einen alten Messtisch aus dem 17. Jahrhundert und ein Diopterlineal aus der Zeit Friedrich's des Grossen, mit welchem Aufnahmen der Umgegend von Potsdam gemacht worden sind. Aus dem Abriss der Geschichte der Kippregel, welchen der Vortragende giebt, wird die Notiz interessiren, dass der erste Messtischapparat unter dem Landgrafen Wilhelm IV von Hessen im Jahre 1561 gebaut worden ist; derselbe liess von einem Beobachtungsthorne aus die Umgegend von Cassel topographisch aufnehmen; der betreffende Apparat soll sich noch im Casseler Museum befinden. Ungefähr um dieselbe Zeit, im Jahre 1590, construirte Prof. Prätorius aus Altdorf bei Nürnberg einen Messtisch nebst Diopterlineal.

Hierauf bespricht Herr Fuess einige im Patentblatte beschriebene neuere Apparate, insbesondere den „Pneumatischen Temperaturanzeiger“ von Friedrich Wiske in Immendorf bei Wolfenbüttel und den „elektrischen Gradanzeiger für Barometer“ von Aug. Niemann in Köthen, woran sich eine kurze Discussion schliesst.

Hierauf legte Herr Bamberg ein Prismenkreuz vor, wie dasselbe von Dr. Otto Decher angegeben und von Reinfeld und Hertel in München in verschiedenen Grössen ausgeführt wird. Dieses Prismenkreuz unterscheidet sich von dem bekannten Bauernfeind'schen, welches aus zwei festen gleichschenkligen und rechtwinkligen Prismen besteht, deren Hypotenusenflächen rechtwinklig gekreuzt sind, dadurch, dass die Prismen gegen einander verdreht werden können, ähnlich wie beim Steinheil'schen Prismenkreis. Zu diesem Behufe befindet sich das eine Prisma in einer dosenförmigen Kappe mit entsprechenden Ausschnitten, welche sich auf den cylindrischen Ansatz des scheibenförmigen Trägers für das zweite Prisma drehen lässt und gegen das Abfallen gesichert ist; ein centrischer Holzgriff ermöglicht die bequeme Handhabung. Dieses Prismenkreuz gestattet nicht nur dieselben Operationen auszuführen, wie das Bauernfeind'sche, es lassen sich ausserdem noch mit ihm stumpfe und überstumpfe Winkel abstecken, und eignet es sich deshalb besonders zum Abstecken von Curven. Mit den Bauernfeind'schen Winkelprismen hat es gleichfalls den grossen Vortheil hellerer und präcisere Bilder, als sie Spiegel geben, gemein.

Den Schluss der Sitzung bilden geschäftliche Mittheilungen und Verhandlungen. Unter anderen fasst der Verein den Beschluss, die „Zeitschrift für Instrumentenkunde“ als Vereinsorgan zu wählen.

## Journal- und Patentlitteratur<sup>1)</sup>.

**Neue Methode zur Bestimmung der Länge des Secundenpendels.** Von M. G. Govi. Comptes Rendus. Tome XCI No. 2. S. 105.

M. G. Govi schlägt folgendes Verfahren zur Bestimmung der Länge des Secundenpendels vor: Einen festen Stab von genügender Länge und geringem Gewicht hänge man an einem seiner Enden an einer horizontalen Axe, normal zur Axe des Stabes, an; letztere gehe gleichzeitig durch den Schwerpunkt der horizontalen Axe. Wenn man nun längs dieses Stabes ein genügend schweres bewegliches Gewicht gleiten lässt, welches an beliebigen Stellen festgeklemmt werden kann, ohne dass der Schwerpunkt verschoben wird, und wenn ein so eingerichtetes und auf einem sehr festen Stativ ruhendes Pendel im luftleeren Raume in Schwingung gesetzt wird, so kann mit seiner Hilfe sehr leicht die Länge des Secundenpendels an irgend einem Ort bestimmt werden.

<sup>1)</sup> Die Abtheilungen „Bücherschau“ und „Patentliste“ haben in dieser Nummer wegen Raumangel weggelassen werden müssen.

Das Pendel soll zuerst in Schwingung versetzt werden, wenn das bewegliche Gewicht sich am untersten Ende des Stabes befindet; die Dauer der Schwingungen sei für diesen Fall gleich  $t$ . Dann lässt man das bewegliche Gewicht um eine Grösse  $b$ , steigen, welche mit Hilfe eines Kathetometers oder eines Mikroskops und eines Maassstabes genau bestimmt werden kann; die in dieser Lage erhaltene Schwingungsdauer sei gleich  $t_1$ . Weitere Verschiebungen des beweglichen Gewichts um die Grössen  $b_1, b_2, \dots$  (welche stets von der Anfangsstellung an gerechnet werden) ergeben die Schwingungsdauer gleich  $t_1, t_2, \dots$ . Man kann dann nach Govi die Länge des Sekundenpendels aus den Grössen  $b$  und  $t$  mittels einer einfachen Formel ableiten.

An anderer Stelle desselben Heftes, S. 75, wird der Govi'sche Vorschlag von Faye besprochen. Nachdem Faye zunächst auf die Aehnlichkeit des Govi'schen Verfahrens mit Whitehurst's und Bessel's Methode aufmerksam gemacht hat, tadelt er als einen Uebelstand, dass die Art der Befestigung des Gewichts variiren solle; ferner würde der Stab, so fest er auch sein möge, nicht absolut fest sein; unter dem Einflusse der Schwere würden transversale Schwingungen entstehen und die Amplitude dieser Schwingungen würde sich verändern, wenn man den Schwerpunkt verschiebe. Faye erkennt indessen an, dass die leichte Ausführbarkeit der Messungen mit Govi's Pendel die Aufmerksamkeit der Beobachter verdiene und erläutert im Anschluss hieran die Grundzüge eines neuen Pendel-Apparates, der von ihm erdacht ist, und dessen Construction Breguet übernommen hat. Es wird im Ganzen das Bessel'sche System mit einigen Modificationen adoptirt.

Bessel liess die Höhe des Aufhängungspunktes um eine ganze Toise variiren und versicherte sich mit Hilfe eines Fühlhebels, dass das Gewicht auf dieselbe Horizontale zurückkam. Faye will den Aufhängungspunkt unverändert lassen, dagegen aber das an einem Faden befestigte Gewicht um eine Grösse heben, welche genau bestimmt werden kann. Die Art der Verbindung des Gewichts mit dem Faden wird dieselbe bleiben und im Wesentlichen wird sich auch die Aufhängungsweise des Fadens selbst nicht ändern. Indessen wird der Apparat die Methode der Coincidenzen zur Bestimmung der Schwingungszeiten nicht zulassen. Da Faye ferner das Pendel im luftleeren Ranne schwingen lassen will und zudem möglichst feste Stative wählen wird, so beschränken sich die Rednctionen fast anschliesslich auf die Temperatur. Der Apparat soll so eingerichtet werden, dass auch Versuche mit dem System von Govi und mit anderen Methoden gemacht werden können.

Sobald eine genauere Beschreibung des neuen Apparats gegeben wird, und besonders wenn Beobachtungen mit demselben gemacht worden sind, wird Gelegenheit sein, auf das Faye'sche Pendel zurückzukommen. W.

**Doppelwinkelspiegel.** Zeitschrift für Vermessungswesen. Band IX. Heft 10. S. 404—408.

An Stelle des bisher üblichen Winkelspiegels mit  $45^\circ$  Oeffnungswinkel empfiehlt Prof. M. Schmidt in Freiberg eine Combination zweier Winkelspiegel mit  $22\frac{1}{2}^\circ$  und  $30^\circ$  Oeffnungswinkel, deren Theorie ausführlich erläutert wird. Mit Hilfe dieses Doppelwinkelspiegels lassen sich 5 verschiedene Winkel, nämlich solche von  $45^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ$  und  $135^\circ$  abstecken. Das mechanische Institut von Aug. Lingke & Co. in Freiberg führt solche Spiegel zum Preise von 15 Mark aus. Bei der Fassung der Spiegel ist darauf Rücksicht genommen, dass das Gesichtsfeld durch hervortretende Theile der Spiegelfassung nicht zu sehr beschränkt werde. Die Grösse des Gesichtsfeldes beträgt für den Spiegel von  $22\frac{1}{2}^\circ$  Oeffnung  $20^\circ$  Grad, für den Spiegel von  $30^\circ$  Oeffnungswinkel  $25^\circ$  Grad. Die Prüfung und Berichtigung der Spiegelfassung erfolgt in üblicher Weise durch kleine Correctionsschrauben. Die Helligkeit der Bilder unterscheidet sich bei der Verwendung guter Spiegel nur wenig von der natürlichen. Der Doppelwinkelspiegel eignet sich ausser zum Abstecken der direct durch ihn gegebenen Winkel auch zur näherungsweise Aufnahme anderer Winkel und könnte so bei Recognoscirungen behufs Aufsuchung von Dreieckspunkten letzter Ordnung gute Dienste leisten. W.

**Einfache Methoden und Instrumente zur Widerstandsbestimmung insbesondere in Elektrolyten.**  
Von F. Kohlrausch. Dingl. J. Bd. 238 H. 4.

Um das elektrische Leitungsvermögen einer Substanz ähnlich wie ihre übrigen fundamentalen Eigenschaften, als Dichtigkeit, Lichtbrechungsvermögen etc., auf eine möglichst leichte Weise zu bestimmen, bedient sich der Verf. eines sehr praktischen Apparates, bei welchem, was von besonderem Interesse, Bell's Telephon mit gutem Erfolg als Strommesser in Anwendung gebracht ist. Der ganze Apparat besteht aus vier Theilen, nämlich dem Stromerreger, dem Rheostaten,

dem Telephon und dem Widerstandsgefäße für die Flüssigkeit, deren Leitungsvermögen bestimmt werden soll. Als Stromerreger dient ein gewöhnlicher Inductionsapparat, an welchem Kohlrausch insofern eine Aenderung vornimmt, dass er das übliche Eisendrahtbündel, um welches der inducirte Draht aufgewunden ist, durch einen soliden Eisenkern ersetzt, wodurch er einen nicht zu raschen, aber möglichst gleichmässigen Verlauf der Wechselströme erzielt.

Alle vier Apparate sind nach der Wheatstone'schen Brücke mit einander verbunden. Um in dem einen Zweige eine möglichst stetige Widerstandsänderung zu erzielen, benutzt er statt des gewöhnlichen Stüpselrheostaten einen Schleifcontact, welcher mit wenigen Vergleichswiderständen in Verbindung gebracht ist.

Kohlrausch findet, dass unter günstigen Bedingungen das als Galvanometer eingeschaltete Telephon schon dann ertönt, wenn die Widerstände in den beiden Verzweigungen um weniger als ein Tausendstel von einander verschieden sind. R.

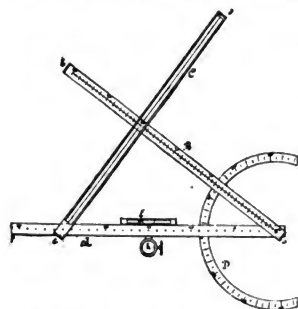
**Neues galvanisches Element.** Wieg's Gew. Ztg. 1880. Heft 37.

Regnier hat ein neues galvanisches Element erfunden, welches den bisherigen an Kraft bei Weitem überlegen sein soll. Die aus Zink bestehende positive Elektrode dieses Elementes taucht in eine Aetzmatronlösung, während die aus Kupfer bestehende negative Elektrode in eine Lösung von Kupfervitriol taucht. Beide Flüssigkeiten sind durch einen Behälter aus Pergamentpapier geschieden, so zwar, dass die alkalische Flüssigkeit sich in diesem Behälter befindet, der seinerseits in der Kupfervitriollösung steht. Q.

**Zirkelkopf.** Von Georg Schouner, Nürnberg. D.R.P. vom 5. 3. 80. No. 11192.

Zweck der Erfindung ist, den bei den gebräuchlichen Zirkeln leicht eintretenden toden Gang im Scharniere aufzuheben. Die Köpfe der beiden Zirkelstangen sind, wie gewöhnlich, scharnierartig geformt. Der Drehpunkt wird aber durch ein Körnerschraubchen gebildet, durch dessen Anziehen ein strengeres Bewegten des Zirkels ermöglicht wird. Um ein Auseinanderdrücken des Scharnieres zu verhindern, ist ein Klemmschraubchen angeordnet, welches die beiden Flügel zusammenhält, und für welches in dem mittleren Scharnierkopfe ein halbkreisförmiger Schlitz ausgearbeitet ist, um den Zirkel vollständig öffnen zu können.

**Instrument zur Ermittlung von Entfernungen und zum Abstecken von Winkeln.** Von Arthur Prüsker, Wien. D.R.P. vom 23. 3. 80. No. 10864.



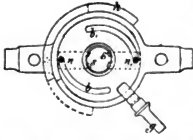
Von den drei Leisten  $ABC$  ist  $A$  mit gleich weit von einander entfernten Löchern,  $B$  mit Theilstrichen von derselben Eintheilung (1 cm) versehen;  $C$  ist ein Rahmeu, in seiner Längsaxe mit einem straff gespannten Haare und an der unteren Fläche am Ende  $c$  mit einem kleinen Zapfen ausgerüstet, der in die Löcher von  $A$  passt; bei  $c$  ist ein Ocular, bei  $d$  ein Objectiv vorhanden. Auch an der Leiste  $B$  befinden sich Ocular und Objectiv und zwar beides an beiden Enden  $a$  und  $b$ .  $A$  und  $B$  sind an ihren Nullpunkten durch Schraube verbunden und lassen sich über einander drehen. Auf den Gradbogen  $D$  an  $A$  ist der von  $A$  und  $B$  eingeschlossene Winkel abzulesen. Die Leiste  $A$  ist noch mit einer Hülse  $h$  zwecks Befestigung an einem Stativ und mit einer Wasserwaage versehen.

Die Ermittlung der Entfernung eines Punktes von einem der Endpunkte einer messbaren Basis beruht auf der Aehnlichkeit zweier Dreiecke, indem das Instrument in beiden Basisendpunkten aufgestellt wird. Sind mehrere Distanzen von einem Punkte aus zu vermessen, so muss bei der ersten Anstellung für jeden Punkt der zugehörige Winkel zwischen  $A$  und  $B$  notirt und beim Aufstellen des Instrumentes im anderen Endpunkt der Basis wiederhergestellt werden. Vermittelt des Apparates lassen sich leicht Senkrechte auf geraden Linien errichten, Gerade unter gegebene Winkel legen, sowie Winkel in gleiche oder ungleiche Theile theilen.

## Für die Werkstatt.

**Neuerungen an Gewindekluppen.** Von Robert Berghans, Remscheid. D. R. P. vom 6. 1. 80. No. 10766.

Die Schneidbacken  $ss$  können mittelst eines Griffes  $g$  verstellt werden. Deshalb sind sie mit Zapfen  $nn$ , versehen, von welchen jeder in einem Schlitze  $b$ , beziehungsweise  $b$ , einer kreisförmigen Scheibe sitzt, an der auch der Griff befestigt ist. Die kreisbogenförmigen Schlitze sind excentrisch gegen den Mittelpunkt der Scheibe angeordnet, so dass bei Drehung derselben die Zapfen, also auch die Backen  $ss$  gegen- oder aneinander bewegt werden. Auf einer durch Schrauben auf den Kluppenkörper befestigten Deckplatte ist eine Skala angebracht, durch welche die Entfernung der Schneidbacken für gewisse Bolzenstärken ein für alle Mal markirt werden kann. Zur Feststellung einer jeden bestimmten Lage des Griffes  $g$  ist ein in einer Naht verschiebbares und mittelst Stellschrauben festgehaltenes Bogenstück  $h$  um den Kluppenkörper gelegt, welches vor Veränderung der Backenentfernung zwecks Beschneidens eines Bolzens auf den betreffenden Theilstrich der Skala eingestellt und dann als Auschlag für  $g$  benutzt wird.



**Stahlschnurtrieb.** Dingler's J. 1880 Bd. 238. Heft 1.

Unter dieser Bezeichnung beschreibt der Erfinder, A. Jarolimek in Hainburg a. d. Donau ein neues Kraftübertragungsmittel. Es sind dies sehr eng gewundene Stahlspiralfedern, welche in einer gewissen, hauptsächlich nach der Grösse der zu übertragenden Kraft bemessenen Anzahl auf Scheiben mit keilförmig angeschnittenen Rinnen aufgelegt werden. Unter den mannigfachen Vorzügen, welche dieses System vor den üblichen, namentlich dem Riementrieb, zu besitzen scheint, dürfte derjenige der geringeren Herstellungskosten (etwa 60 pCt. der Kosten des Riementriebs) bei kleinen Ausführungen der am wenigsten in's Gewicht fallende sein; wesentlich sind dagegen der geringe Axendruck, welcher nur etwa halb so gross ist, wie beim Riementrieb, die höchst einfache Endenverbindung, das Fehlen aller Aufdoppelungen und Nähte, aussergewöhnliche Dauerhaftigkeit, ruhiger Gang und Sauberkeit. Auch der sogenannte Schlupf (Gleitungsverlust) soll zum Mindesten nicht grösser sein, als beim Riementrieb. s.

**Ueber Schmieröle.** Von Dr. E. Geissler, Dresden. Prakt. Maschinen-Constr. 1880. Heft 17.

Die Wahl eines Schmiermittels muss sich nach der Art der betreffenden Maschine richten. Je grösser der Arbeitsdruck, desto consistenter, je geringer derselbe, desto feiner und flüssiger muss das Schmiermittel sein; für den einen Zweck muss es grosse Wärme, für einen anderen möglichst hohe Kälte aushalten können. Von allen zum Schmieren benutzten Fetten und Oelen muss man jedoch fordern können, dass sie selbstverständlich möglichst rein von freien Säuren sind, sich an der Luft möglichst wenig verändern, aus derselben keinen Sanerstoff aufnehmen. Zum Schmieren feiner Maschinentheile war von jeher das „Klaue“- oder „Knochenöl“, Rindsfussfett, besonders beliebt.

So vorzügliche Eigenschaften dieses Schmiermittels durch seine gleichmässige Consistenz selbst bei grösseren Temperaturschwankungen auch hat, so ist es doch häufig ranzig, enthält freie Fettsäuren und wirkt dadurch angreifend besonders auf Kupfer und Messing. Dieser Uebelstand rührt meist von unsachgemässer Bereitung, sowie auch von der nur allmählichen Ansammlung des dazu nöthigen Rohmaterials. Es haben sich Proben von Klauenfett, speziell Oel für Uhren u. s. w. vorgefunden, welche 10—15 Grade freie Fettsäuren enthielten. Die Firma W. Cuypers in Piescheu bei Dresden stellt jedoch durch Behandlung mit geeigneten Chemicalien ein absolut reines Knochenöl dar, welches vollkommen wasserhell ist, keine Spur freier Säure enthält und selbst bei  $-7^{\circ}\text{C}$ . noch nicht erstarrt, mithin zum Schmieren subtiler Apparate geeignet ist. — Auch die übrigen Schmieröle genannter Firma sind zu empfehlen, wie z. B. das „Maschinenöl“, welches fast säurefrei ist und etwas Mineralöl enthält. Die Mineralöle haben in letzter Zeit vielfach wegen sehr schätzenswerther Eigenschaften als Schmiermittel Verwendung gefunden, doch fehlt ihnen zur Zeit noch die gehörige Consistenz, so dass sie häufig schon bei  $+10$ — $12^{\circ}\text{C}$ . erstarren. Im Gemisch mit fetten Oelen sind sie schon jetzt vorthellhaft zu verwenden. Q.



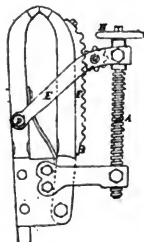


**Spannfutter für Werkzeugmaschinen.** Von Karl Hohagen, Sundwig bei Iserlohn. D. R. P. vom 12. 3. 80. No. 11067.

Die Figur zeigt einen Schnitt in der Längsaxe der rotirenden Spindel *s* ist die Spindel mit eingebohrter cylindrischer Hohlung. Sie ist aussen mit Gewinde versehen, so dass auf ihr eine konisch ausgebohrte Hülse *A* durch Drehung verschoben werden kann; durch diese Bewegung können die zwei, drei oder mehr in die Spindel scharf eingepassten verschiebbaren Stahlbacken *b* gleichmässig der Spindelaxe genähert oder von ihr entfernt werden.

**Metall auf Glas zu befestigen.** Wieck's Gew. Ztg. 1880 Heft 41.

Zwei Theile feingepulverte Silberglätte und ein Theil trockenes Bleiweiss werden innig gemischt und mit gekochtem Leinöl und Kopallack zu einem kneitbaren Teige verarbeitet. Auf drei Theile gekochtes Leinöl nimmt man einen Theil Kopallack. Soll z. B. der Messingbrenner einer Petroleumlampe auf dem Oelbehälter befestigt werden, so füllt man die innere Fläche des ersteren mit dem Kittle aus, drückt den Brenner auf das Glas an und entfernt den verdrängten überflüssigen Kitt durch irgend ein Instrument. Der Kitt trocknet sehr rasch und wird sehr fest. Q.

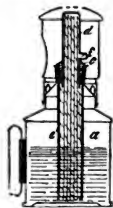


**Schraubstock mit verticaler Spindel.** Von Friedr. Wilh. Ouferman, Stehrberg bei Vörde (Westfalen). D. R. P. vom 16. 3. 80. No. 10679.

Der Schraubstock besteht aus Spindel *A*, einer mit dem Zapfen *B* drehbaren Mutter für die Spindel, ein durch den Zapfen *C* drehbares Lager für den Kopf der Spindel, zwei um den Zapfen *D* drehbaren Seitenstangen *E*, Zahnstange *F* und Zahnrad *G*. Behufs Bewegen des Schraubstockes wird die Spindel *A* gedreht; sie windet sich durch die um den Zapfen *B* drehbare Mutter, wodurch beim Oeffnen des Schraubstockes die Seitenstangen *E* eine geneigte Lage annehmen und das Rädchen *G* an der Zahnstange *F* entlang führen. Die Feder *L* drängt dabei die Vorderbacke *K* nach aussen und öffnet den Schraubstock.

**Neuerungen an Spirituslöthlampen.** Von F. Butzke, Berlin. D. R. P. vom 14. 3. 80. No. 10805.

Die Löthlampe der bekannten Construction besteht aus einem festgeschlossenen Spiritusbehälter, dessen Inhalt durch eine darunter gestellte Flamme in Dampf verwandelt wird; dieser



wird durch ein Rohr mit feiner Oeffnung nach aussen geführt und dort entzündet. Der hier vorgeschlagene Apparat vermeidet die Hauptübelstände dieser Construction: nämlich den Zeitaufwand bei Ingebrauchnahme der Lampe, die Spannung im Gefässe und den bedeutenden Spiritusverlust nach dem Auslöschen. Der Behälter *a* hat ein schwach konisches Mundstück, in welchem ein massiver Metallring *c* mit konischer Aussenfläche als Stöpsel steckt. In denselben ist ein oben geschlossenes Metallrohr *d* eingefügt und zwischen ihm und dem erwähnten Mundstücke ein schlauchartiger Docht *e* eingeklemmt. Die aus Dochtschnur oder Baumwolle bestehende Füllung dieses Schlauchdochtes setzt sich nach oben fort und erfüllt auch das ganze Innere des Rohres *d*; der innere Raum von *d* communicirt nach aussen durch ein gebogenes Röhrchen *f* mit feiner Oeffnung. Der zwischen *c* und *b* ausmündende Docht giebt eine ringförmige Flamme, welche das Rohr *d* erwärmt und den im Innern auf die Dochtfüllung fein vertheilten Spiritus schnell in Dampf verwandelt, welcher durch *f* entweicht und die Löthflamme giebt. Die Blechhaube *g* besitzt oben und unten Zuglöcher und ausserdem eine grössere seitliche Oeffnung für die Löschflamme.

## Sprechsaal.

(An dieser Stelle werden Zuschriften allgemeineren Inhalts und Anfragen jeder Art veröffentlicht und zur freien Discussion und Beantwortung gestellt werden. Die Redaction übernimmt für diese Abtheilung der Zeitschrift keine Verantwortung.)

(Fachschulen für Mechaniker und Optiker.) Die Calamitäten, welche in der ersten Hälfte des verfloffenen Jahrzehnts auch in unserem Fache zu Tage getreten sind und zum Theil bedingt waren durch den grossen Mangel an Arbeitskräften, sind gegenwärtig geringere geworden. Indessen können die übten Erfahrungen jener Zeit der Präcisionstechnik nur dann zum Segen reichen, wenn eine Aenderung angestrebt wird in der Ausbildung unserer Lehrlinge und Gehülfen.

Dem Fabrikationswesen gegenüber befindet sich die Präcisionstechnik in derselben schwierigen Lage, wie jedes Kunst- und Kleingewerbe, welches von seinen Arbeitern eine vielseitige praktische Fertigkeit und einen höheren Grad selbstständigen Denkens fordern muss. Es werden zwar junge Leute in hinreichender Anzahl angelernt, aber ein grosser Theil von ihnen geht — und oft schon in den Jahren, welche noch der praktischen Vervollkommnung gewidmet sein sollten — zu anderen Geschäftszweigen über, welche Anssicht auf bequemere Beschäftigung und höheren Verdienst bieten. Hierzu kommt die unsichere Zukunft in unserem Fach, namentlich wenn es dem Betreffenden versagt geblieben ist, sich denjenigen Grad von theoretischer Vorbildung zu erwerben, welcher bei den sich stets steigenden Anforderungen der Wissenschaft für eine selbstständige Stellung im Geschäftsbetrieb unbedingt nothwendig ist. Es dürfte gerade eine erhöhte Pflege der wissenschaftlichen Ausbildung unserer Lehrlinge und Gehülfen geeignet sein, den idealen Sinn für das Fach zu kräftigen, viele gute Elemente demselben zu erhalten, ungeeignete Kräfte aber auszuschliessen.

Der grösste Theil unserer Lehrlinge beginnt die Lehrzeit mit dem 15. oder 16. Lebensjahre und rekrutirt sich aus den Volksschulen oder den unteren und mittleren Klassen höherer Lehranstalten; sie haben also soeben die ersten Schritte zur Ausbildung in den fachlich wichtigsten Disciplinen gethan und müssen sie mit Beginn der Lehrzeit wieder unterbrechen, wenn nicht etwa durch theuren und überdies meistentheils einseitigen Privatunterricht einige Abhülfe geschaffen wird. Da die allgemein zugänglichen Bildungsanstalten vollständig ungeeignet sind für die Erwerbung der uns nöthigen Kenntnisse, so müsste durch Errichtung besonderer Fachschulen jedem Mechaniker-Lehrling und -Gehülfe Gelegenheit geboten werden, in streng geregelten Curssen die Lehren der Elementarmathematik, der Physik (mit Berücksichtigung der physikalischen und optischen Technik), die Elemente der Chemie, wie des Projections- und Instrumenten-Zeichnens sich so weit anzueignen, dass er die meisten fachwissenschaftlichen Werke verstehen und sich selbst weiterbilden kann.

Die Errichtung selbst nur einzelner Fachschulen für Mechaniker und Optiker ist jedoch ohne staatliche Beihilfe nicht durchzuführen, wie der Versuch unseres Berliner Vereins zeigt. Derselbe hat für seine Lehrlinge eine Fachschule eingerichtet, welche zunächst nur den bescheidensten Forderungen Rechnung tragen soll; die Unterhaltungskosten stellen sich jedoch so hoch, dass trotz der sehr erfreulichen Frequenz ohne aussergewöhnliche Unterstützung an eine Erweiterung in dem oben angegebenen Sinne nicht gedacht werden kann.

Im Interesse der Hebung unseres Faches möge hier der Anstoss zur weiteren Discutirung dieser Frage gegeben sein.

*C. Bamberg.*

Die vorstehende Anregung begrüssen wir auf das Lebhafteste, und scheint es uns dabei erwünscht, die Erörterungen auch besonders dahin auszu dehnen, ob es nöthig ist, besondere Fachschulen für Mechaniker und Optiker und die verwandten Berufsweize zu errichten, oder die Errichtung allgemeiner gewerblicher Fachschulen (sog. Handwerker-schulen) anzustreben und diese ev. durch Hinzufügung besonderer, für die einzelnen Gewerzweize berechneter Fachklassen zu erweitern.

*[D. Red.]*

**R. S. in München:** Wie werden phosphorescirende Glasplatten hergestellt und welche Anwendung finden dieselben bis jetzt in der Praxis?

Eine eingehendere Mittheilung über phosphorescirende Oberflächen wird die nächste Nummer dieser Zeitschrift enthalten.

*[D. Red.]*

— Nachdruck verboten. —

# Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions - Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt,  
Vorsitzender.

R. Fuess,  
Besitzer.

Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz,  
Schriftführer.

Verantwortlicher Redacteur: Dr. Georg Schwirkus.

I. Jahrgang.

Februar 1881.

Zweites Heft.

## Comparator und Theilmaschine für Nivellirlatten.

Von  
Professor Dr. W. Jordan in Karlsruhe.

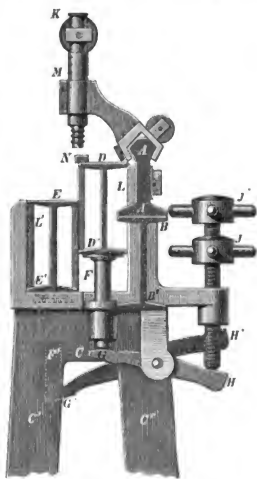
Für die geodätische Sammlung des Karlsruher Polytechnicums wurde im Jahr 1878 ein 3,5 m langer eiserner Comparator für Nivellirlatten angeschafft, dessen Beschreibung nebst einigen damit erhaltenen Messungsergebnissen hier mitgeteilt werden soll.

Der Comparator, von Hofmechaniker Sickler in Karlsruhe ausgeführt, ist nicht für sehr feine Messungen eingerichtet, es können jedoch die nachfolgenden Fehlerbestimmungen als Beispiele dafür dienen, was man mit den einfachsten Mitteln erreichen kann. Alles Wesentliche in der Einrichtung des Instruments kann aus dem in der beigegebenen Figur dargestellten Querschnitt ersehen werden.

Der Haupttheil ist eine eiserne Schiene  $AA'$ , welche aus einer gewöhnlichen Eisenbahnschiene durch Hobeln des Kopfes nach prismatischer Form hergestellt wurde. Diese Schiene hat eine Länge von 3,5 m und trägt auf einer der abgeschrägten Kopfflächen eine Millimetertheilung, während die andere schiefe, und die horizontale Ebene des Kopfprismas vorerst zur etwaigen späteren Aufnahme von weiteren Theilungen noch verfügbar sind.

Die Schiene  $AA'$  steht mit ihrem breiten Fusse  $A'$  auf einem gleichbreiten und 12 cm hohen Doppel- $T$ -Träger  $BB'$  von Schmiedeeisen, welcher seinerseits wieder auf zwei gusseisernen Untergestellen  $CC' C''$  ruht, deren eines in der Figur, das andere Gestell deckend, sich in Ansicht zeigt.

Zwei ähnliche Doppel- $T$ -Träger, wie der schon erwähnte  $BB'$ , nämlich  $DD'$  und  $EE'$  sind dazu bestimmt, mit ihren oberen horizontalen Flächen  $D$  und  $E$  als Tischunterlagen für die Messungsobjecte, z. B. Nivellirlatten, zu dienen. Da aber diese



( $\frac{1}{10}$  nat. Gr.)

Objecte für die mikroskopische Betrachtung gewisse nach Umständen veränderliche Höhenlagen haben müssen, sind die Trägerfüsse  $D'$  und  $E'$  nicht einfach auf den Untergestellen  $C$  befestigt, sondern stützen sich auf cylindrische Bolzen  $F$  und  $F'$ , welche in verticalen Führungen durch die linkseitigen Arme  $G$  und  $G'$  zweier Hebel auf und nieder bewegt werden können, indem die rechtseitigen Arme  $H$  und  $H'$  der Hebel mittels zweier starken Schrauben  $J$  und  $J'$  gesenkt und gehoben werden, deren Muttern in fester Verbindung mit der Tragschiene  $BB$  und dadurch mit dem Untergestell sich befinden. Wenn noch beigefügt wird, dass auf dem prismatisch gehobelten Schienenkopfe  $A$  mit passenden Führungen zwei Schrauben-Mikroskope  $KK$  gleiten, so ist die Einrichtung des Apparats im Wesentlichen erklärt.

Im Einzelnen kann noch erwähnt werden, dass der grösste Höhenunterschied der beiden Tragtischplatten  $D$  und  $E$  5 cm betragen kann. Da ferner natürlich die Schrauben  $JJ'$  mit dem ganzen Hebelapparat zweifach vorhanden sind, nämlich an je einem Fussgestell beim ersten und beim vierten Fünftel der Länge, und da der Länge nach die Tischplatten  $D$  und  $E$  mit dem Schienenkopf  $A$  parallel sein müssen, so sind zur Beobachtung bezw. Einstellung der Höhenlagen von  $D$  und  $E$  entsprechende verticale Theilungen bei  $L$  und  $L'$  angebracht. Diese Theilungen erscheinen in der Figur deswegen ganz versenkt, weil, zur Veranschaulichung der Höhenveränderlichkeit, die Platte  $D$  in ihrer höchsten, und die Platte  $E$  in ihrer tiefsten Lage dargestellt ist. Sobald  $D$  gesenkt und  $E$  gehoben wird, kommen die entsprechenden Theilungen  $L$  und  $L'$  zum Vorschein.

Aehnlichem Zwecke wie die Theilungen  $L$  und  $L'$  dient auch je eine Theilung  $M$  und  $M'$  an den verticalen Führungsröhren der Mikroskope  $K$  und  $K'$ , da es oft nöthig ist, die beiden Mikroskope (deren die Zeichnung nur eines vorführen kann) gleich hoch zu stellen. Ausser der Theilung auf der Führungsröhre haben die Mikroskope auch noch ähnliche Theilungen an den Ocularauszügen, zum Zweck der bequemeren optischen Adjustirung.

Endlich sind noch 3 Thermometer zu erwähnen, welche bei  $T$  an der Hauptschiene, der Länge nach vertheilt, angebracht sind. Da diese Thermometer die Temperatur der Eisenschiene anzeigen sollen, sind sie mit derselben möglichst innig verbunden, und gegen äussere Einflüsse geschützt. Es wäre zwar, um den Einfluss der Körperwärme des Beobachters abzuhalten, zweckmässiger gewesen, diese Thermometer nicht bei  $T$ , sondern auf der entgegengesetzten Seite des Schienenhalses von  $AA'$  anzubringen, jedoch könnten sie dann bei hoher Lage der Tischplatte  $D$  nicht mehr abgelesen werden.

Auf den Schienenkopf  $A$  kann, mit gleicher Montirung wie die Mikroskope, auch ein Reisserwerk aufgesetzt werden, dessen Stellung auf der Theilung von  $A'$  durch einen Nonius bestimmt wird, während der Reisser selbst auf eine zur Theilung bestimmte, auf  $D$  oder  $E$  aufgeschraubte Nivellirplatte wirkt.

Der Apparat kann zunächst als gewöhnlicher Comparator benutzt werden, indem man z. B. zwei Strichmasse auf die Tischflächen  $D$  und  $E$  legt, mittels der Schrauben  $JJ'$  ihre Oberflächen in gleiche Höhe bringt und sie dann so neben einander legt, dass ihre beiden Theilungen gemeinsam in dem Gesichtsfelde der Mikroskope  $K$  und  $K'$  gesehen und mittels der Schraubenmikrometer verglichen werden können. Einen derartig auf den Tisch  $D$  aufgelegten Strichmassstab  $N$  zeigt die Figur, während der zweite auf  $E$  zur Vergleichung aufzulegende Stab

weggelassen ist, weil zur Veranschaulichung ihrer Verschiebbarkeit die beiden Tischplatten *D* und *E* absichtlich in ungleichen, zur Vergleichung zweier Stäbe nicht geeigneten Höhenlagen angenommen sind.

Diese directe Vergleichung lässt sich jedoch bei Nivellirlatten, für welche hauptsächlich der Apparat construirt ist, fast nie anwenden (da es sich zugleich um Eintheilungsprüfungen handelt, wird auch von der Vergleichung durch Substitution hier kein Gebrauch zu machen sein).

Für die Nivellirlatten-Controle dient vielmehr die bereits erwähnte, über 3 m lang durchlaufende Theilung auf der einen Schrägfläche des Schienenkopfes *A*. Zwar ist die Verwendung der Führungsschiene als Maassstab, wobei der Apparat sozusagen als Horizontalkathetometer gebraucht wird, im Allgemeinen nicht unbedenklich, insofern durch Fehler in der Führung leicht noch andere Bewegungen der optischen Axen der Mikroskope, als die auf dem Prisma abgelesenen, herbeigeführt werden können. Allein diese Fehlerursache ist, wenn die führenden Prismen hinreichend biegungsfrei und ihre Flächen gut gearbeitet sind, erfahrungsmässig gering genug, um bei Messungen von der hier nöthigen Schärfe ausser Acht bleiben zu können.

Die mit Klemm- und Mikrometerwerk auf dem Schienenkopf gleitenden Mikroskope *K* und *K'* haben seitlich je einen Nonius, welcher die relative Lage der Mikroskope gegen die Theilung bestimmt.

Diese Theilung ist so kräftig hergestellt, dass sie mittels des Nonius bequem mit blossem Auge abgelesen werden kann. Eine solche verhältnissmässig grobe, aber dafür ungemein bequem zu handhabende Theilung reicht nämlich, wie die nachfolgenden Messungen zeigen werden, für die Vergleichung hölzerner Latten zunächst aus. Es ist ja von den Barometermessungen bekannt, dass eine Millimetertheilung mit einem Nonius von 0,1 mm Angabe sich von freier Hand und mit freiem Auge sehr wohl auf 0,05 mm genau einstellen und ablesen lässt. In welcher Weise die durchlaufende Millimetertheilung auf *A* von dem Mechaniker hergestellt wurde, bleibt für die später zu behandelnde Fehlerbestimmung ohne Bedeutung, doch sei erwähnt, dass die Theilung auf dem Eisen nach einem Messingnormal hergestellt wurde; die Ausdehnungsdifferenz zwischen Messing und Eisen muss sich also jedenfalls, der Operationstemperatur entsprechend, als Fehler der aufgetragenen Längen in der Rechnung wiederfinden; es ist dies auch der Fall, wie die später folgende Formel (7) zeigen wird. (Es wurde bei der Theilung auf jene Ausdehnungsdifferenz keine Rücksicht genommen, weil die Untersuchung der Theilungsfehler und Berechnung einer Correctionstafel ohnehin nöthig ist.)

Als Normalmaass zur Untersuchung der Theilung der Comparatorschiene diente das von der Kaiserl. Normal-Aichungs-Commission ausgegebene messingene Hauptnormal No. 682, dessen Gesamtlänge zwischen den zwei Endstrichen der auf gelegten Silberstreifen aufgetragenen Theilung angegeben wird durch die Gleichung

$$H_t = 1 \text{ m} - 0,0073 \text{ mm} + t \cdot 0,01793 \text{ mm} \quad (1)$$

wo *t* die Temperatur in Centigraden ist.

Dieses durchlaufend in Centimeter getheilte Hauptnormal wurde in der Lage *N* der Figur auf den Comparator gebracht und mit einem Mikroskop eingestellt, während die Nonienstellung des Mikroskops an der Schientheilung abgelesen wurde. Es sind 34 solcher Vergleichungen mit zusammen 1054 Einzelmessungen auf die Comparatorlänge von 3 m, durchlaufend von 10 zu 10 cm (so dass also das Haupt-

normal je dreimal aufgelegt werden musste), im Winter 1878/79 an verschiedenen Tagen gemacht worden, und zwar bei Temperaturen zwischen  $-4^{\circ}$  und  $+30^{\circ}$  C, welche durch natürliche Winterkälte bezw. durch gewöhnliche Ofenheizung erlangt wurden. Die Temperaturen sind dabei an den Thermometern  $T$  abgelesen worden. Jene 34 Beobachtungsreihen wurden zuerst durch Mittelbildungen in 10 nahezu gleichartige und im Weiteren als gleichgewichtig behandelte Reihen zusammengezogen, und auch hievon wurden zunächst nur diejenigen Beobachtungen benutzt, welche sich auf die Theilstriche für 0 m, 1 m, 2 m, 3 m des Comparators bezogen. Durch Ausgleichung liess sich hieraus für das erste, zweite und dritte Comparator-meter je eine Gleichung finden, nämlich bezw.:

$$\left. \begin{aligned} \text{Comp. 0 bis 1 m } I &= 1 \text{ m} + 0,065 \text{ mm} + 0,01083 t \\ \text{Comp. 1 bis 2 m } II &= 1 \text{ m} + 0,080 \text{ mm} + 0,00951 t \\ \text{Comp. 2 bis 3 m } III &= 1 \text{ m} + 0,217 \text{ mm} + 0,00940 t \end{aligned} \right\} (2)$$

der Ausdehnungcoefficient der Comparatortheilung

$$\text{ergibt sich hiernach im Mittel} \dots = 0,00991 \text{ für } 1^{\circ} \text{ C.}$$

Hierbei ist das Hauptnormal überall nach der Gleichung (1) in Rechnung gebracht, was im Vergleich mit den Unsicherheiten in (2) als fehlerfreie Annahme gelten kann. Mit Rücksicht auf die in den Ausgleichungen selbst übrig gebliebenen Fehler legte ich nicht das einfache Mittel in (2), sondern als Ausdehnungcoefficient der Eisenschiene den Werth

$$0,01012 \text{ für } 1^{\circ} \text{ C} \quad (2a)$$

der weiteren Behandlung zu Grunde. Jedenfalls stimmen die Werthe (2) und (2a) sowohl unter sich, als auch mit anderen Erfahrungen genügend überein. Die drei Ausgleichungen, deren Resultate in (2) angegeben sind, haben auch den mittleren Beobachtungsfehler ergeben, nämlich, auf eine Originalbeobachtung reducirt im Mittel

$$m = \pm 0,087 \text{ mm} \quad (3)$$

während aus 75 Doppeleinstellungen der mittlere Fehler einer Einstellung und Ablesung gefunden wurde

$$m_0 = \pm 0,032 \text{ mm.} \quad (3a)$$

Die Vergrößerung von  $m$  im Vergleich mit  $m_0$  wird zum grössten Theil ihren Grund in der Unsicherheit der Temperaturbestimmung der Schiene mittels der Thermometer  $T$  haben. Das Verhältniss  $m : m_0$  ist deshalb noch als befriedigend anzusehen. Mit dem Coefficienten (2a) wurden die sämtlichen 1054 Längenwerthe der 34 Originalbeobachtungsreihen auf die Temperatur  $0^{\circ}$  reducirt und dann in 31 Mittelwerthe für die Decimeterintervalle vereinigt, wie folgt:

| I.                    | II.                    | III.                   |       |
|-----------------------|------------------------|------------------------|-------|
| (0) = 0,000 mm        | (10) = - 0,079 mm      | (20) = - 0,155 mm      | } (4) |
| (1) = + 0,004         | (11) = - 0,114         | (21) = - 0,187         |       |
| (2) = - 0,009         | (12) = - 0,132         | (22) = - 0,216         |       |
| (3) = - 0,006         | (13) = - 0,156         | (23) = - 0,233         |       |
| (4) = + 0,022         | (14) = - 0,182         | (24) = - 0,248         |       |
| (5) = + 0,003         | (15) = - 0,193         | (25) = - 0,253         |       |
| (6) = + 0,018         | (16) = - 0,186         | (26) = - 0,315         |       |
| (7) = + 0,001         | (17) = - 0,183         | (27) = - 0,317         |       |
| (8) = - 0,034         | (18) = - 0,156         | (28) = - 0,368         |       |
| (9) = - 0,055         | (19) = - 0,142         | (29) = - 0,393         |       |
| (10) = - 0,079        | (20) = - 0,155         | (30) = - 0,361         |       |
| (10)-(0) = - 0,079 mm | (20)-(10) = - 0,076 mm | (30)-(20) = - 0,206 mm |       |

(10)–(0) = – 0,079 mm bedeutet z. B., dass das Hauptnormal bei 0°, auf der Comparatorschiene gemessen, um 0,079 mm hinter dem Strich 10 der Schiene zurückbleibt, d. h. dass die Schiene zwischen dem Strich 0 und 10 um 0,079 mm zu lang ist. Die Differenzen (10)–(0), (20)–(10), (30)–(20) sind nahezu den negativen Werthen der zweiten Glieder in den Gleichungen (2) gleich. Wenn man die Werthe (4) graphisch aufträgt, so wird man eine auffallend periodisch verlaufende Curve erhalten, welche nun auch die starke Abweichung des dritten Gliedes 0,217 mm in (2) von den beiden ersten Gliedern 0,065 und 0,080 ohne Unstetigkeit erklärt.

Obleich die Einzelwerthe (4) vermöge ihres regelmässigen Verlaufs bereits die Theilungsfehler hinreichend repräsentiren, ist es doch für die Zusammenfassung noch nützlich, jenen Werthen (4) eine lineare Function interpolatorisch anzupassen. Die Ausgleichung ergab:

$$(n) = + 0,048 \text{ mm} - n \cdot 0,01314 \text{ mm} \quad (5)$$

wo  $n$  die Comparatorlänge, von (0) an gezählt, in Decimetern ist. Die Formel (5) lässt von den Beobachtungen (4) folgende Differenzen übrig im Sinne Ausgleichung – Beobachtung:

| I.              | II.              | III.             |   |
|-----------------|------------------|------------------|---|
| (0) = + 0,05 mm | (10) = – 0,00 mm | (20) = – 0,06 mm | } |
| (1) = + 0,03    | (11) = + 0,02    | (21) = – 0,04    |   |
| (2) = + 0,03    | (12) = + 0,02    | (22) = – 0,02    |   |
| (3) = + 0,01    | (13) = + 0,03    | (23) = – 0,02    |   |
| (4) = – 0,03    | (14) = + 0,05    | (24) = – 0,02    |   |
| (5) = – 0,02    | (15) = + 0,04    | (25) = – 0,03    |   |
| (6) = – 0,05    | (16) = + 0,02    | (26) = + 0,02    |   |
| (7) = – 0,04    | (17) = + 0,01    | (27) = + 0,01    |   |
| (8) = – 0,02    | (18) = – 0,03    | (28) = + 0,05    |   |
| (9) = – 0,01    | (19) = – 0,06    | (29) = + 0,06    |   |
| (10) = – 0,00   | (20) = – 0,06    | (30) = + 0,02    |   |

Dieses sind die übrig bleibenden Theilungsfehler der Comparatorschiene, nachdem man die Reduction (5) nebst dem Ausdehnungscoefficienten (2a) in Rechnung gebracht hat. Wenn man nach (2a) und (5) rechnet, erhält man:

$$1 \text{ Comparator-Meter} = 1 \text{ m} + 0,131 \text{ mm} + t \cdot 0,0101 \text{ mm}. \quad (7)$$

So hat man die Vergleichen mit dem Hauptnormal, dessen Gleichung in (1) gegeben ist, so weit dargestellt, dass nur noch die Fehler (6) übrig bleiben, deren Quadratsumme = 0,039 den mittleren übrig bleibenden Fehler giebt:

$$m = \sqrt{\frac{0,039}{29}} = \pm 0,037 \text{ mm}. \quad (8)$$

Wenn man die Theilungsfehler (6) graphisch aufträgt, so erhält man wieder dieselbe Curve wie aus (4), nur in anderer Lage, man sieht nun aber, dass trotz der sehr ungleichen zweiten Glieder in (2) eine lineare Function hingereicht hat, um die auf 0° reducirten Beobachtungsmittel innerhalb 0,06 mm Amplitude und mit einem mittleren Fehler von nur 0,037 mm zusammenzufassen. Dieser letztere Werth (8) ist nun zufälligerweise nahezu so gross wie der oben bei (3a) zu 0,032 mm angegebene mittlere unregelmässige Einstell- und Ablesungsfehler der Nonien.

Somit erfüllt die Reductionsfunction (7) den ursprünglich gewollten Zweck, nämlich eine mit freiem Auge abzulesende Millimetertheilung innerhalb der Ablesungsgenauigkeit von etwa  $\pm 0,05$  mm von systematischen Fehlern zu befreien.

Neben dem mittleren Operationsfehler  $\pm 0,03$  mm lohnt es sich kaum, die Theilungsfehler (6) in Rechnung zu bringen, doch hindert nichts, dieses zu thun.

Das Glied  $0,131$  mm in (7) veranlasst noch zu einer Nebenbemerkung: Wie schon Eingangs erwähnt, wurde die Eisenschiene nach einem Messingnormal getheilt; sie musste also bei der Temperatur  $t$  auf die Länge von  $1000$  mm zu lang werden um  $1000 t$  ( $0,000018 - 0,000010$ ), wo die in der letzten Klammer stehenden Zahlen die summarischen Ausdehnungs-Coefficienten von Messing und Eisen sind. Setzt man den letzteren Ausdruck  $= 0,131$  mm, so erhält man  $0,008 t = 0,131$  oder  $t = 16,4$ ", d. h. die Theilung muss bei  $16,4^\circ$  Statt gefunden haben; dies entspricht in der That den Umständen, denn die Schiene wurde im April 1878 im Souterrain vom Mechaniker Sickler getheilt, wo die Temperatur in der That ungefähr die rückwärts berechnete war.

Nach dem Erfolg dieser Theilungsfehleruntersuchungen wird es nun leicht möglich sein, eine zweite Theilung etwa so anzubringen, dass sie bei mittlerer Gebrauchstemperatur direct Metermass auf etwa  $0,05$  mm genau liefert. Auf diese Theilung wäre dann das mit dem Apparat verbundene Reisserwerk zur Theilung neuer Latten einzustellen.

Auf dem beschriebenen Comparator sind seit 1878 zahlreiche Nivellirlattenvergleichungen gemacht worden, wovon im folgenden einige Resultate (berechnet nach der Formel (7) bezw. einer entsprechenden Hülftafel) hier mitgetheilt werden sollen. Obgleich die einzelne Einstellung nur auf etwa  $0,05$  mm genau gemacht wird (mittlerer Fehler  $= \pm 0,032$  mm, s. o.), so werden die Lattenvergleichungen pro  $1$  m doch auf etwa  $0,02$  mm bis  $0,03$  mm genau sein, weil die Latten  $3$  m lang sind. Auch sind die Ablesungen immer nahezu an denselben Stellen der Schiene gemacht, so dass die kleinen übrig gebliebenen systematischen Fehler jedenfalls in den Lattenänderungen verschwinden.

Von den betreffenden Latten sind Nr. 1, 2, 3 schon 1870 und 1874 vom Mechaniker Kern in Aarau bezogen, und nach dem Muster der „Schweizer Gradmessungslatten“ gearbeitet. Nr. 4 und 5 wurden aus sehr alten Distanzlatten, welche noch von der badischen topographischen Vermessung der Jahre 1830 bis 1840 her stammen, zusammengesetzt, neu mit Oelfarbe angestrichen und auf dem neuen Comparator mit dem Reisserwerk getheilt, weshalb sie von Anfang an den constanten Fehler  $0,13$  mm der Formel (7) mit enthalten mussten. Die nachfolgenden Vergleichungszahlen gelten für die mittlere Länge eines Lattenmeters zwischen  $0$  und  $3,5$  m der Lattentheilung.

Die Latten waren nur wenig im Nivellementsgebrauch, sie lagen meist in einem im Winter geheizten Zimmer. Die theilweise beigeschriebenen Feuchtigkeitsgrade in relativen Procenten, sind nach der Augustschen Methode mit Controle durch ein Haarhygrometer bestimmt. Ein kleiner Theil der nebenstehenden Zahlen (bis 30. Juni 1879) wurde schon früher in der „Zeitschrift für Vermessungswesen“ 1879 S. 464 veröffentlicht.

Diese Zahlen zeigen, dass alle 5 Latten nahezu gleichartige Aenderungen durchgemacht haben, was noch deutlicher hervortritt, wenn man die betreffenden Curven aufzeichnet. Z. B. im Jahr 1880 waren in Folge des Aufenthalts in dem geheizten Zimmer während des Winters alle Latten am kürzesten im Februar und März. Nach Aufhören der Zimmerheizung und in Folge der Verwendung zum Nivelliren



Vergleichungen von Nivellirlatten.

1 Lattemeter = 1 m + Tafelwerth.

| Zeit.                               | Temperatur. | Relative<br>Feuchtigkeit<br>in<br>Procenten. | Latte Nr. |        |        |        |        |
|-------------------------------------|-------------|----------------------------------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|
|                                     |             |                                              | 1.        | 2.     | 3.     | 4.     | 5.     |
|                                     | Grad        |                                              | mm        | mm     | mm     | mm     | mm     |
| 1878 30. September . . .            | 17          |                                              | 0,00      | + 0,02 | + 0,48 |        |        |
| - 22. October . . . . .             | 26          |                                              | + 0,04    | + 0,04 | + 0,47 |        |        |
| - 15. November . . . . .            | 29          |                                              | - 0,11    | - 0,11 | + 0,32 |        |        |
| 1879 15. Mai . . . . .              | 16          |                                              | - 0,13    | - 0,15 | + 0,26 | + 0,22 |        |
| - 30. Mai . . . . .                 | 18          |                                              | - 0,13    | - 0,10 | + 0,35 | + 0,23 | + 0,30 |
| - 30. Juni . . . . .                | 25          |                                              | - 0,09    | - 0,07 | + 0,36 | + 0,27 | + 0,27 |
| - 16. Juli . . . . .                | 18          |                                              | - 0,04    | - 0,04 | + 0,43 | + 0,29 | + 0,26 |
| - 2. October . . . . .              | 16          |                                              | + 0,11    | + 0,11 | + 0,52 | + 0,36 | + 0,34 |
| - 4. November . . . . .             | 17          |                                              | - 0,05    | - 0,08 | + 0,32 | + 0,20 | + 0,23 |
| - 5. December . . . . .             | 16          |                                              | - 0,08    | - 0,08 | + 0,29 | + 0,12 | + 0,22 |
| 1880 6. Januar . . . . .            | 17          |                                              | - 0,08    | - 0,10 | + 0,28 | + 0,10 | + 0,17 |
| - 11. Februar . . . . .             | 19          | 47                                           | - 0,16    | - 0,13 | + 0,19 | + 0,14 | + 0,12 |
| - 1. März . . . . .                 | 17          | 58                                           | - 0,18    | - 0,18 | + 0,20 | + 0,08 | + 0,10 |
| - 2. April . . . . .                | 9           | 74                                           | - 0,18    | - 0,18 | + 0,29 | + 0,12 | + 0,14 |
| - 3. Mai . . . . .                  | 18          | 65                                           | - 0,07    | - 0,07 | + 0,39 | + 0,21 | + 0,24 |
| - 12. Juni . . . . .                | 19          | 68                                           | - 0,06    | - 0,06 | + 0,39 | + 0,26 | + 0,23 |
| - 1. September . . . . .            | 21          | 70                                           | - 0,03    | - 0,04 | + 0,41 | + 0,30 | + 0,39 |
| - 1. October . . . . .              | 14          | 71                                           | - 0,06    | + 0,04 | + 0,45 | + 0,34 | + 0,27 |
| - 1. November . . . . .             | 15          | 50                                           | + 0,06    | + 0,06 | + 0,50 | + 0,28 | + 0,28 |
| - 18. December . . . . .            | 19          | 45                                           | - 0,06    | - 0,06 | + 0,32 | + 0,15 | + 0,17 |
| Grösste Aenderung pro 1 m . . . . . |             |                                              | 0,29      | 0,29   | 0,33   | 0,28   | 0,29   |

wurden die Latten rasch grösser, bis sie schliesslich Anfang October um etwa 0,3 mm pro 1 m zugenommen hatten. Bei Beginn der Zimmerheizung begannen die Latten wieder auszutrocknen, so dass sie am Jahresschluss wieder nahezu dieselben Längen wie am Jahresanfang hatten.

Da, wie schon erwähnt, die Latten nur sehr mässig zu Nivellements im freien Felde gebraucht worden sind, werden die Zahlen der vorstehenden Tabelle nur die Aenderungen solcher hölzerner Nivellirlatten zu charakterisiren geeignet sein, welche unter sehr günstigen Umständen aufbewahrt werden.

## Vermischte Mittheilungen, betreffend Spectralapparate.

Von  
Prof. Dr. H. C. Vogel in Potsdam.

### II.

#### Ein Spectroskop zur Beobachtung lichtschwacher Nebelflecke und Kometen.

Vor mehreren Jahren<sup>1)</sup> habe ich eine ausführliche Beschreibung eines kleinen Spectroskops zur Beobachtung lichtschwacher Sterne gegeben, welches sich auch, durch eine kleine Veränderung des Apparates, zur Untersuchung der Spectren von

<sup>1)</sup> Berichte der Königl. sächs. Ges. der Wissensch. 12. Dec. 1873.

Nebelflecken und Kometen eignete. Später ist von Zöllner<sup>1)</sup> die Construction eines Ocular-Spectroskops angegeben worden, welches in Bezug auf spectroscopische Untersuchung von Sternen in vieler Beziehung vortheilhafter ist. Grosse Lichtstärke, eine sehr compendiöse Form und die Leichtigkeit der Verbindung mit dem Ocular eines jeden Fernrohrs zeichnen das kleine Instrument aus. Zu einer systematischen spectroscopischen Durchmusterung des Himmels, welche auf dem hiesigen Astrophysikalischen Observatorium vorgenommen wird, wende ich ausschliesslich Zöllner'sche Ocular-Spectroskope von verschiedener zerstreuer Kraft an.

Das Instrument besitzt jedoch in der angegebenen Form den Nachtheil, dass man keine Messungen damit ausführen kann, auch dasselbe eine Anwendung auf ausgedehnte Objecte, Nebelflecke und Kometen, nicht zulässt.

Durch eine sehr einfache Vorrichtung kann man, ohne einen der Vortheile aufzugeben, das Letztere erreichen, und ist auch die Möglichkeit einer Messung nicht ausgeschlossen. In der Hülse eines nicht zu stark vergrössernden Oculars (s. die Fig. 1 und 2) ist ein Ring *m* eingesetzt, auf welchem ein schmaler Steg befestigt

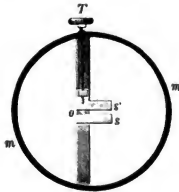


Fig. 1.

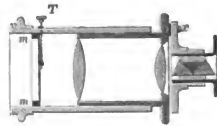


Fig. 2.

ist. Auf demselben sind in der Mitte die Spaltbacken *s* und *s'* befestigt, die letzteren so, dass sie mittels einer feinen Schraube *T* bewegt werden können, um den Spalt mehr oder weniger zu öffnen. Das Ocular kann durch Hin- und Herbewegung in der Hülse so gestellt werden, dass der Spalt scharf erscheint. Da derselbe nur einen kleinen Theil des Gesichtsfeldes einnimmt, ist der Vortheil der leichten Auffindung des zu beobachtenden Objects nicht geschmälert, auch lässt sich mit Leichtigkeit dasselbe in den Spalt stellen. Im Falle das Object eine Ausdehnung hat (Komet oder Nebel), bleibt nur eine Lichtlinie übrig, indem der grösste Theil des Objects durch die Spaltbacken verdeckt ist. Diese Lichtlinie lässt sich nun leicht durch das vorgesetzte Ocular-Spectroskop, von dem man vorher die Cylinderlinse entfernt hat, und das demnach nur aus einem kleinen Prismensatz besteht, analysiren.

Da es nöthig ist, die brechenden Kanten der Prismen parallel zum Spalt zu stellen, empfiehlt es sich, das Spectroskop so mit dem Ocular zu verbinden, dass es nicht aufgesteckt oder abgezogen zu werden braucht, sondern seitlich um eine Axe *x* bewegt und weggedreht werden kann, wenn man zur Aufsuchung des Objects das Ocular ohne Spalt benutzen will. Die richtige Lage vor dem Ocular ist durch

<sup>1)</sup> Berichte der Königl. sächs. Ges. der Wissensch. 23. April 1874.

einen Anschlagstift fixirt. Bei dieser Einrichtung kann man ein für allemal die brechende Kante der Prismen parallel zum Spalt stellen.

Um Messungen auszuführen, befindet sich in dem Steg bei *o* ein Loch, hinter welchem ein kleines Prisma angebracht ist. Durch eine dem kleinen Reflexionsprisma gegenüber in der Hülse befindliche Oeffnung fällt das Licht einer ausserhalb befestigten Geissler'schen Röhre auf dieses Prisma, die Oeffnung *o* wird zur Lichtquelle und neben dem Spectrum des zu beobachtenden Objects erscheint das Vergleichsspectrum.

Ich habe mit diesem Apparate<sup>1)</sup> schon über hundert schwache Nebelflecke untersucht und kann ihn seiner bequemen Handhabung wegen nur empfehlen.

### III.

#### Ueber Interferenzgitter und ihre Verwendung zu Spectralapparaten.

Die Verwendung von Interferenzgittern zu Spectralapparaten bietet manche Vortheile. Als solche sind besonders hervorzuheben: Die geringen Dimensionen der Gitter im Vergleich zu langen Prismenketten, die Möglichkeit, die Dispersion bei Anwendung eines und desselben Gitters durch Uebergang zu Spectren höherer oder niederer Ordnung zu variiren. Ich möchte sagen, der einzige Nachtheil besteht in der geringen Lichtstärke der durch Interferenz entstehenden Spectren und der damit verbundenen, nur auf helle Lichtquellen ausdehnbaren, beschränkten Anwendung. Der Grund, warum so selten Interferenzgitter bei spectrokopischen Beobachtungen verwendet worden sind, mag darin zu finden sein, dass noch vor wenigen Jahren der durch seine vorzüglichen Glastheilungen berühmt gewordene Nobert der einzige war, der brauchbare Interferenzgitter herzustellen verstand, seine Theilungen aber sehr hoch im Preise standen. In neuerer Zeit hat sich Rutherford in Amerika mit der Anfertigung von Gittern beschäftigt und Theilungen auf Metallspiegeln ausgeführt, die nach allem, was mir bekannt geworden ist, die Nobert'schen Glastheilungen an Feinheit und Genauigkeit übertroffen haben.

Die durch Reflexion an feinen Theilungen auf Metalloberflächen entstehenden Spectren besitzen grössere Lichtstärke, als die beim Durchgang von Licht durch Theilung auf Glas gebildeten. Es ist ferner bei Metallgittern nur eine plane Fläche herzustellen, während man bei Glasgittern zwei plane Flächen anfertigen muss, die zudem noch einander möglichst parallel hergestellt werden müssen, da ein kleiner prismatischer Fehler sehr störend wirkt. Endlich fallen störende Reflexe von der Rückfläche der Glasplatte fort, die bei Beobachtung der Spectren höherer Ordnung bemerkbar werden.

Vor Kurzem hat sich nun auch Herr Wanschaff in Berlin mit der Anfertigung feiner Theilungen auf Glas und Metall beschäftigt und darin ganz Vorzügliches geleistet. Ich habe Gelegenheit gehabt, folgende fünf Glastheilungen zu untersuchen:

|    |                                                          |
|----|----------------------------------------------------------|
| 1. | Ein Gitter mit 23500 Linien im Abstände von ca. 0,001 mm |
| 2. | " " " 11500 " " " " " 0,002 "                            |
| 3. | " " " 9800 " " " " " 0,0025 "                            |
| 4. | " " " 9600 " " " " " 0,0025 "                            |
| 5. | " " " 6000 " " " " " 0,004 "                             |

<sup>1)</sup> Die Firma Fr. Schmidt & Haensch in Berlin ist mit der Einrichtung vertraut.

Sämmtliche Gitter waren tadellos und übertrafen an Güte ein dem Astrophysikalischen Observatorium gehöriges Nobert'sches Gitter mit 6000 Linien auf den halben par. Zoll ganz erheblich.

Eine Theilung von nur 12 □ mm, die Wanschaff für mich auf einen Metallspiegel ausgeführt hat, ist so vorzüglich ausgefallen, dass der damit zusammengesetzte Spectralapparat dem grossen ganz vorzüglichen Schröder'schen Apparat des Observatoriums mit 5 Rutherford'schen Prismen nur wenig nachsteht.

Ich halte es für Pflicht, die Aufmerksamkeit meiner Fachgenossen auf die Wanschaff'schen Theilungen zu lenken und erlaube mir bei dieser Gelegenheit seine Preise mitzutheilen.

Der Preis richtet sich nach der Länge der Linien und wird für Glastheilungen die Linie

|                              |
|------------------------------|
| bis zu 15 mm Länge mit 2 Pf. |
| " " 30 " " " 3 "             |
| " " 50 " " " 5 " berechnet.  |

Für Theilungen auf Metall (exclusive Spiegel) die Hälfte. (Nobert berechnete den Strich von 30 mm Höhe mit ca. 6 Pf.)

Ein Metallgitter von 30 mm Höhe und Breite mit 16000 Linien würde mit Metallspiegel etwa 300 Mk. kosten und einem Prismenspectroskop mit 5 zusammengesetzten Prismen gleichkommen, deren Werth mindestens durch dieselbe Summe repräsentirt wird.

Die Intensität des Spectrums wird bei Anwendung von Theilungen auf Metall mit der Reflexionsfähigkeit der Metalloberfläche wachsen. Das gewöhnlich verwandte sogen. Spiegelmetall giebt einen Verlust bei der Reflexion von ca. 30 pCt., während versilberte Glasspiegel nur 10 bis 15 pCt. Verlust geben. Theilungen auf versilberten Glasflächen auszuführen, verbietet sich in Anbetracht der kostspieligen Herstellung der Gitter und der leichten Vergänglichkeit der Silberschicht. Da es aber für Jeden, der sich mit der Versilberung von Glasoberflächen beschäftigt hat, eine bekannte Thatsache ist, dass die kleinsten Risse auf der Oberfläche nach der Versilberung deutlich hervortreten, lag der Gedanke nahe, auf Glasflächen getheilte Gitter nachträglich zu versilbern. Der Versuch ist wiederholt vollständig gelungen. Es darf die Silberschicht nicht zu dick niedergeschlagen werden, ein nachträgliches Poliren der Schicht ist jedoch zulässig. Ist die Schicht schlecht geworden, so wird sie mit Salpetersäure heruntergewaschen, und ist in wenigen Minuten das Gitter von Neuem versilbert.

Da die so hergestellten Gitter thatsächlich hellere Spectren geben als gewöhnliche Metallgitter, glaube ich Spectroskope mit Gittern auch zur Beobachtung heller Sterne verwenden zu können und gedenke ein Reversionsspectroskop mit Interferenzgittern herzustellen, welches die grossen Vortheile des Zöllnersehen Reversionsprincips besitzen wird, ohne die Nachtheile, die in der Schwierigkeit einer exacten Ausführung des Apparats begründet sind, und denen es zuzuschreiben ist, dass mit dem sinnreichen Apparat, mit Ausnahme einiger Beobachtungen, die ich zum Nachweis der Rotation der Sonne mittels des Spectroskops im Jahre 1871 anstellte, keine einzige wissenschaftliche Beobachtung ausgeführt worden ist.

Die Construction des neuen Apparates ist aus der beistehenden Fig. 3 zu ersehen. *A* ist der Collimator mit Spalt *S*, *B* das Beobachtungsfernrohr. Beide sind auf einer

Platte befestigt. *C* ist das Interferenzgitter, welches senkrecht auf die feinen Linien in zwei gleiche Theile zerschnitten ist. Beide Hälften des Gitters sind durch Mikrometerschrauben drehbar. Es wird nun durch Drehung des unteren Gitters z. B. das Spectrum 1. Ordnung rechts vom reflectirten Strahl in das Beobachtungsfernrohr gespiegelt, dagegen vom unteren Gitter das Spectrum 1. Ordnung links vom reflectirten Strahl. Beide Spectren lagern im Gesichtsfelde dicht über einander, da die Hälften der Gitter an einander stossen, und sind nur dadurch unterschieden, dass bei dem einen das Blau nach rechts, bei dem anderen nach links gelegen ist. Zwei Linien, in den Spectren bei ruhender Lichtquelle zur Coincidenz gebracht, würden nicht mehr coincidiren, wenn das Spectroskop auf eine im Visionsradius sich bewegende Lichtquelle gerichtet würde. Vorversuche sind bereits angestellt worden. Auf eine möglichst exacte Führung der Gitter kommt es an, dieselbe bietet jedoch voraussichtlich keine grossen mechanischen Schwierigkeiten, und so hoffe ich bald mehr über den Apparat berichten zu können. Sollte wegen zu grosser Lichtschwäche der Spectren eine Anwendung auf Sterne nicht möglich sein, so würde der Apparat immer ein sehr schätzenswerthes Mittel abgeben, um Bewegungen an der Oberfläche der Sonne, in den Protuberanzen, zu constatiren.

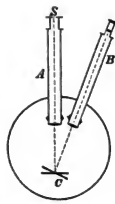


Fig. 3.

## Ueber Erzeugung und Untersuchung von Mikrometerschrauben.

### II. Ein Verfahren zur Regulirung von Patronen.

Von  
Mechaniker **C. Reichel** in Berlin.

Zur Ausgleichung der Abweichungen von der wahren Schraubelinie, welche an nicht regulirten Patronen in Gestalt von periodischen Fehlern wahrgenommen werden, bedient man sich am besten einer Patronenbank, wie solche im Aufsatz I über diesen Gegenstand beschrieben worden ist. Die beigegebene Fig. 1 stellt eine Patronenbank im Grundriss dar, *C* ist die Cylinderspindel, *R* und *R'* sind deren Lager, *P* ist die Patrone, in welche das feste, gezahnte Leitstück *L* eingreift. Durch einen dem Leitstück *L* gegenüber auf dem Kreuzsupport *S* befestigten, nach dem Profil der Gewindegänge geformten Zahnstahl *Z* kann das Gewinde der nach unserer Annahme noch fehlerhaften Patrone weiter bearbeitet werden.

Wäre die Patrone fehlerfrei, so müssten, so lange ihr der Stahl nicht bis zur Berührung genähert ist, ihre Gänge während der Umdrehung in immer genau demselben Abstand am Stahl vorbeilaufen. Statt dessen wird bei der fehlerhaften Patrone ein Hin- und Herschwanen der Gänge sichtbar, und zwar gewöhnlich eine Schwankung während einer Umdrehung, entsprechend dem weitaus häufigsten Falle, dass die periodischen Fehler während einer Umdrehung nur ein Maximum haben. Nimmt man nun von den hin- und herschwankenden Gängen mit dem Zahnstichel soviel fort, dass am Stichel selbst kein Schwanken mehr sichtbar ist, so ist klar,

dass man damit allein schon eine ansehnliche Verbesserung der Schraube erzielen kann<sup>1)</sup>.

Diese Verbesserung ist jedoch keine vollständige. Sieht man nämlich nicht am Stichel entlang, sondern von oben auf die Gänge, so bemerkt man wieder hin- und hergehende Bewegungen, wenn auch allerdings nur von etwa halb so grossem Aus-

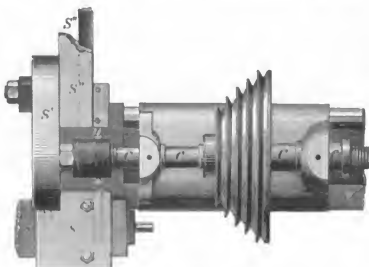


Fig 1 (1/4 nat. Gr.).

schlag und insofern von den ersten abweichend, als auf eine Umdrehung jetzt zwei Perioden statt einer kommen. Ich weiss nicht, ob diese Beobachtung auch anderweitig gemacht worden ist; mir fiel sie zuerst auf, als ich zufällig eine Patrone von ungewöhnlich grosser Steigung (2,166 mm) zu reguliren hatte, bei welcher die zurückgebliebenen Abweichungen von augenfälliger Grösse waren. Sie betrug, wie die Besichtigung und Messung durch ein aufgesetztes Mikroskop ergab, 0,2 mm, 0,1 nach jeder Seite der reinen Schraubenlinie. Ich forschte den Gründen dieser Erscheinung nach und gelangte dabei zu einem einfachen Mittel, um die noch vorhandenen Fehler systematisch und mit absolutem Erfolge fortzuschaffen.

Um zunächst jenen Vorgang völlig klar zu übersehen, bedient man sich mit Vortheil der in Fig. 2 gegebenen schematischen Darstellung desselben. Man denkt sich dabei die Schraube abgewickelt; ferner nimmt man an, dass die Cylinderspindel

<sup>1)</sup> Dieses Verfahren, Mikrometerschrauben zu verbessern, hat nach meiner Information zuerst Th. Baumann angewandt. Bessel erwähnt in seiner „Darstellung der Untersuchungen und Maassregeln, welche in den Jahren 1835–38 durch die Einheit des Preussischen Längenmaasses veranlasst worden sind“ (Berlin 1839) S. 73, dass R. auf mechanischem Wege eine Regulirung der beiden Mikrometerschrauben vorgenommen habe, welche zu der zweiten der ebenda beschriebenen Messungstreifen 1837 benutzt worden sind und nur noch sehr geringe periodische Fehler gezeigt haben. Später war dasselbe Verfahren in der Werkstatt von Pistor & Martins in Gebrauch, wobei ein eigens dafür construirter Apparat gute Dienste leistete. Die Schraube befand sich, zwischen Spitzen drehbar, auf einem Schlitten, welcher längs der Axe der Schrauben gleiten konnte, eine Einrichtung, welche denselben Zweck wie die Cylinderspindel erfüllt. Führungsstück und Stichel waren auf gegenüberstehenden festen Supports angebracht. In den letzten Jahren des Bestehens der P. & M.'schen Werkstatt, deren Mikrometerschrauben sich immer als ganz vorzüglich rein erwiesen, war auch noch ein zweiter Apparat in Gebrauch, welcher zur Copirung der Gewinde von einer Originalschraube mittels festgeführter Kluppe diente, während auf dem ersten Apparat alle Schrauben regulirt wurden.

nicht mehr verschiebbar sei, sondern festgelagert ist, so dass sie sich nur drehen, nicht aber fortbewegen kann. Wenn nun die relative Bewegung der Patrone gegen Leitstück und Stichel erhalten bleiben soll, so muss die weitere Annahme gemacht werden, dass die letzteren beiden nicht mehr stillstehen, sondern den Gängen der Patrone folgen. Sie führen also in fester Verbindung miteinander dieselbe Bewegung parallel der Axe aus, welche vorher die Spindel ausführte, nur in entgegengesetzter Richtung. Denkt man sich endlich der Einfachheit wegen den einen Gang der abgewickelten Schraube unmittelbar an den anderen gesetzt, so erhält man statt der Schraube die auf Fig. 2 dargestellte schiefe Ebene, auf welcher die punktirte

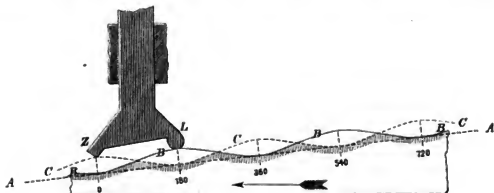


Fig. 2.

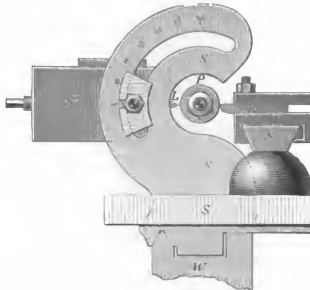
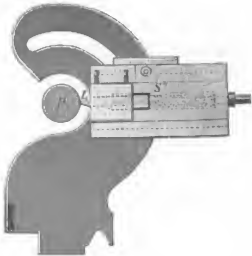
gerade Linie  $AA$  die wahre Schraubenlinie und die Wellenlinie  $BB$  die noch fehlerhafte Schraubenlinie der Patrone darstellt. Die tiefsten Punkte der letzteren fallen in der Fig. mit denjenigen Punkten von  $AA$  zusammen, welche ganzen Umfängen, also  $0^\circ$ ,  $360^\circ$ ,  $720^\circ$ , . . . entsprechen, die höchsten mögen, in gleicher Höhe über  $AA$ , etwa bei  $180^\circ$ ,  $540^\circ$ , . . . liegen, wie dies der Annahme nur eines Maximums entspricht. Die Rotation der Spindel wird dargestellt durch eine geradlinig fortschreitende Bewegung in der Richtung des Pfeils, parallel der Basis. Das massive Stück  $ZL$  stellt den Support vor mit dem in der Stellung  $0^\circ$  gezeichneten Stichel  $Z$  und dem auf  $180^\circ$  stehenden Leitstück  $L$ , welches mit der Linie  $BB$  in steter Berührung bleibt; der Support ist normal zur Basis, parallel zur Axe des (unabgewickelten) Cylinders verschiebbar.

Bleibt nun, während sich die schiefe Ebene vorwärts bewegt, und dadurch gleichzeitig der Support zurückgeschoben wird, das Leitstück in steter Berührung mit  $BB$ , so wird der Stichel  $Z$  eine  $BB$  congruente Bahn  $CC$  beschreiben, welche um  $180^\circ$  gegen  $BB$  versetzt ist und deren tiefste Partien auf die höchsten von  $BB$  treffen. Die letzteren werden also weggeschnitten, und es bleibt nur noch das schraffierte doppelt-periodische Profil übrig. Zugleich ist ersichtlich, dass hieran auch durch Wiederholung der Operation nichts geändert wird, und wie es möglich wird, dass jetzt die Gänge am Stichel gerade so wie am Leitstück ohne Schwanken vorbeipassiren, während zwischen ihnen die neu entstandene Doppelperiode von halber Höhe die Gänge von Neuem schwanken lässt.

Vermindert man nun aber den Abstand zwischen Stichel und Leitstück auf ein Viertel des Cylindrumfanges, so muss sich nothwendig die beschriebene Halbiring wiederholen. Es bleibt dann eine vierfache Periode übrig, deren Höhe nur noch ein Viertel der ursprünglichen beträgt. Hieraus folgt, dass man dieses Halbiring-

verfahren nur immer weiter fortzusetzen braucht, um schliesslich selbst die letzten Spuren der periodischen Abweichungen zum Verschwinden zu bringen.

Die Anordnung des einfachen Apparates, dessen ich mich bediene, um die fortgesetzte Halbiring auszuführen, ergibt sich nun fast von selbst. Wie aus der Abbildung Fig. 3 und 4 (Vorder- und Hinteransicht) hervorgeht, wird der Support  $S'$ ,

Fig. 3 ( $\frac{1}{4}$  nat. Gr.).Fig. 4 ( $\frac{1}{4}$  nat. Gr.).

auf welchem das Leitstück  $L$  befestigt ist, von einem Ständer  $S'$  getragen, welcher mit einem zur Spindelaxe concentrischen Schlitz versehen ist, damit der das Leitstück tragende Support durch einen ganzen Quadranten unter jedem beliebigen Winkel festgestellt werden kann, ohne dass an dem Eingriff des Leitstücks in die Patrone etwas geändert wird. Zur Erleichterung der Einstellung trägt der Schlitz Theilstriche von 15 zu 15°, auf welche eine auf dem Gleitstücke des Supports aufgetragene Marke eingestellt werden kann. Alle sonstigen Theile der beiden Abbildungen, welche letzteren zur Erleichterung von Nachconstructions etwas ausführlicher gehalten sind, bedürfen keiner Erklärung.

Der Support  $S'$ , welcher beim ersten Durchgange, selbstverständlich auf 0, dem bei 180° befestigten Stichel gegenübersteht, wird beim zweiten Durchgange auf 90 gestellt, beim dritten auf 45, u. s. f. Zwar sollte er bei strenger Halbiring auf 135 statt auf 45 stehen, also um 90 weiter, da jedoch in diesem Stadium die Länge einer Periode 90 beträgt, so ist eine Versetzung des Leitstückes um diesen Betrag oder ein Vielfaches davon erlaubt. Ebenso ist es gleichgültig, ob man mit der Halbiring zwischen 0 und 45 oder 45 und 90 fortfährt.

Eine nach diesem Princip regulirte Patrone von 0,469 mm Steigung diente als Originalführung für eine Mikrometerschraube, welche sich an dem der Trigonometrischen Abtheilung des Königlichen Generalstabes gehörigen sogenannten Legebrett befindet. Diese Schraube hat eine scharfe Prüfung erfahren, bei welcher sie sich in ihrer ganzen Länge als vollkommen schwindelfrei erwies<sup>1)</sup>, ein Erfolg, welcher im Hinblick auf die theoretisch richtige Begründung des Verfahrens nicht überraschen kann.

<sup>1)</sup> Vergl. „Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879“ S. 65 u. 66.



Zum Schluss erlaube ich mir noch, eine praktische, wenn auch zu dem Vorangegangenen nicht unmittelbar in Beziehung stehende Bemerkung über die Ursache eines oft beobachteten Uebelstandes hinzuzufügen. Es betrifft dies die Erscheinung, dass häufig Schrauben und Muttern, auch wenn sie durch Copirung von einer regulirten Patrone gewonnen sind, beim Zusammenschrauben mit ihren Axen nicht zusammenfallen. Es kommt dies vor, wenn das Profil der Vollschaube keine vollkommene Ergänzung desjenigen der Hohlschaube bildet, sodass, namentlich wenn die beiden Schrauben mit zur Axe normalen Schlussflächen fest aufeinander geschraubt werden, ein Drängen innerhalb der Gänge stattfindet, in Folge dessen die eine Axe aus der anderen heraustritt. Man kann diesen Fehler wirksam bekämpfen durch Nacharbeiten mittels Gewindebacken und eines Gewindebohrers, welcher mit letzteren erzeugt ist, wobei man zu beachten hat, dass die Backen für den Bohrer sowohl wie die Schraube in der nämlichen Richtung gebraucht werden müssen. Am häufigsten tritt der Fehler ein, wenn gezahnte Gewindestähle angewendet werden, welche beide, sowohl der für die Hohl- als auch der für die Vollschaube, mit derselben Originalpatrone geschnitten sind, wie dies in den Werkzeugmaschinenfabriken, welche Gewindestähle liefern, meist der Fall ist. Die Profile so hergestellter Schrauben fallen allerdings ganz conform aus, aber gerade dies ist der Grund, weshalb sie einander nicht ergänzen können. Man wird nicht fehlgehen, wenn man auch die häufigen Fälle, wo Planscheiben, Klemmfutter u. dergl. nach dem Wiederaufschrauben nicht mehr rund laufen, derselben Ursache zuschreibt.

---

## Ein Apparat zur Beobachtung der Newtonschen Ringe.

Von

Prof. Dr. Leonh. Sohncke in Karlsruhe.

Die dunklen Ringe, welche man bei einfarbiger Beleuchtung einer Convexlinse, auf der eine planparallele Glasplatte liegt, im reflectirten Lichte bei schiefem Einfall beobachtet, liegen, wie ich in einer mit A. Wangerin gemeinsam verfassten Abhandlung<sup>1)</sup> nachgewiesen habe, nicht in der dünnen Luftschicht selbst, welche die Interferenzen verursacht, sondern in einer gewissen schräg zum Licht hin ansteigenden Fläche. Während die Beobachtungen mit einem Apparat angestellt wurden, der aus einer Theilmachine und einigen anderen geeigneten Stücken, wie sie sich gerade im Karlsruher physikalischen Cabinet vorfinden, zusammengesetzt war, habe ich jetzt einen kleinen handlicheren Apparat construiert, der dazu dient, die Lage der Newtonschen Ringe im Raum leicht messend zu verfolgen. Ein Exemplar eines solchen Apparats ist für das physikalische Cabinet des Karlsruher Polytechnikums bereits ausgeführt.

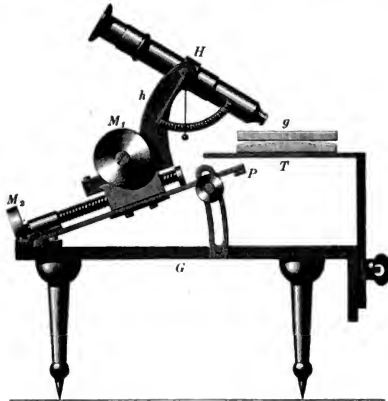
Der Apparat soll folgende Forderungen erfüllen: Einem kleinen, mit Fadenkreuz versehenen Mikroskop von 20- bis 25facher Vergrößerung muss in der Einfallebene des Lichts jede beliebige Neigung gegen den Horizont gegeben werden können. Sodann muss das Mikroskop mit unveränderter Neigung über die ganze obere Glas-

---

<sup>1)</sup> Sohncke und Wangerin: Neue Untersuchungen über die Newtonschen Ringe. In Wiedemanns Annalen der Physik Bd. 12. S. 1. 1881.

fläche horizontal nach jeder Richtung hingeführt und auf jeden Punkt derselben eingestellt werden können. Endlich muss es sich, bei unveränderter Neigung, längs seiner Axe vorschieben und zurückziehen lassen, damit Punkte, die sich in verschiedener Höhenlage über oder unter jener Horizontalebene befinden, scharf gesehen werden können. Ausserdem müssen Vorkehrungen getroffen sein, um alle angegebenen Bewegungen zu messen.

Diesen Forderungen wurde durch folgende Einrichtung des Instruments entsprochen: Das Mikroskop steckt mit Reibung in einer Hülse *H* (s. d. Fig.) fest,



( $\frac{1}{2}$  nat. Gr.)

in der es jedoch beliebig verschoben werden kann; eine auf dem cylindrischen Mikroskoprohre angebrachte Theilung in halbe Millimeter gestattet, die jedesmalige Stellung abzulesen. Diese Ablesung kann durch Anwendung eines von der Hülse vorragenden Nonius noch genauer gemacht werden. Die Hülse mit dem Mikroskop ist um eine zur Mikroskopaxe rechtwinkelige, stets horizontal liegende Axe drehbar. Die Axenlager befinden sich in den vorderen Theilen zweier schräg nach vorn emporragenden Hörner *h* von Messing, welche auf einem gemeinsamen Messingstück aufsitzen. Die Axe ragt beiderseits aus ihren Trägern heraus; an dem einen Ende trägt sie einen getheilten Quadranten, dessen eine Speiche, als Nullpunkt der Winkelzählung dienend, parallel der Mikroskopaxe und zwar nach dem Objectiv hin gerichtet ist, während die andere dazu senkrechte Speiche nach unten weist. Der Quadrant dreht sich also zugleich mit dem Mikroskop. Aus diesem Axenende hängt ein Senkel herab, dessen am Quadranten abgelesene Stellung unmittelbar den Einfallswinkel angiebt. Auf dem anderen Axenende sitzt eine Ueberfangschraubmutter, dazu bestimmt, die Axe in jeder gewollten Lage festzustellen. — Das Messingstück mit den die Mikroskophülse tragenden Hörnern ist selber ein Schlitten, der durch eine horizontale Mikrometerschraube *M*<sub>1</sub> parallel zur Drehaxe des Mikros-

kops, also senkrecht zur Einfallsebene, verschoben werden kann. Für den Beobachter geschieht diese Bewegung in der Richtung von rechts nach links oder umgekehrt. Die Schienen dieses Schlittens und seine Mikrometerschraube sind selber die Theile eines zweiten Schlittens, der durch eine zweite, zur vorigen senkrecht wirkende Mikrometerschraube  $M_2$  vorwärts und rückwärts, also parallel der Einfallsebene, verschoben wird. Die Grössen dieser beiden Verschiebungen werden an zwei Millimetertheilungen, die an den Schienen der Schlitten angebracht sind, abgelesen. Zur Ablesung von Millimeterbruchtheilen würde eine Theilung der Mikrometerschraubenköpfe dienen. — Die schwere eiserne Grundplatte  $G$  des ganzen Instruments ruht auf 3 Füßen. Die zu beobachtende Gläsercombination  $g$  wird auf ein Tischchen  $T$  gelegt, das am Vorderende des Instruments angebracht ist, wo es nach Bedürfniss mehr oder weniger hoch über der Grundplatte festgestellt werden kann.

Ogleich der Apparat in dieser Gestalt alle obigen Forderungen erfüllt, schien es mir doch von besonderem Nutzen, noch eine weitere Vorrichtung anzubringen, welche es ermöglicht, die für die Lage der Newton'schen Ringe im Raum am meisten charakteristische Erscheinung unmittelbar ohne weitere Messungen nachzuweisen, nämlich die Erscheinung: dass diejenigen Ringpunkte, welche der durch's Centrum der Ringe gelegten Einfallsebene angehören, sämmtlich auf einer gewissen graden Linie liegen, die schräg gegen das Licht hin ansteigt. Die grösste Neigung dieser „Hauptgeraden“ gegen den Horizont ist  $19^{\circ} 28'$ ; sie findet sich beim Einfallswinkel  $54^{\circ} 44'$ . Trifft man nun eine Einrichtung, um bei beliebigem Einfallswinkel das Mikroskop jedes Mal parallel der Hauptgeraden hinzuführen, und hat man es in der centralen Einfallsebene so gestellt, dass irgend ein Ring scharf erscheint, so müssen bei solchem Verschieben nacheinander auch alle folgenden Ringe scharf gesehen werden, während dieselben bei horizontaler Hinführung des Mikroskops sehr bald anfangen verwaschen zu erscheinen. Die fragliche Einrichtung besteht darin, dass die Schienen des untersten Schlittens nicht auf der Grundplatte selbst, sondern auf einer anderen ebenen Platte  $P$  angebracht sind, welche um eine zur Einfallsebene senkrechte Axe drehbar ist und nach Art der bekannten Modelle der schiefen Ebene unter beliebiger Neigung gegen den Horizont (zwischen  $0^{\circ}$  und  $20^{\circ}$ ) festgestellt werden kann. Damit beim Neigen dieser Platte die beobachtete Gläsercombination ungestört stehen bleiben kann, ist die Platte vorn in der Mitte ausgeschnitten, etwa vergleichbar einem Hufeisen. — Um diese Vorrichtung anzuwenden, giebt man zunächst der schiefen Ebene diejenige Neigung  $\omega$ , welche der Hauptgeraden für den gewollten Einfallswinkel  $\vartheta$  zukommt. Man kennt  $\omega$  aus der Theorie mittelst der Formel: 
$$\operatorname{tg} \omega = \frac{\sin \vartheta \cdot \cos \vartheta}{1 + \cos^2 \vartheta}.$$

Alsdann stellt man das Mikroskop auf den gewollten Einfallswinkel ein. Um letzteres unmittelbar ausführen zu können, ist für die Ablesung des Winkels an dem Quadranten ein Senkel, statt eines Zeigers, gewählt, weil der Zeiger bei Neigung der schiefen Ebene dieselbe Neigung mitmachen würde. Ist dann das Mikroskop in seiner Hülse so gestellt, dass irgend ein in der centralen Einfallsebene befindlicher Ringpunkt scharf erscheint, so hat man nur den Schlitten mittelst der Mikrometerschraube  $M_2$  parallel der Einfallsebene zu verschieben, um alle Ringe in voller Schärfe vorüberziehen zu sehen.

Um die Beobachtungen in einfarbig gelbem Lichte anzustellen, ist es am be-

quemsten, einen Asbestfaden mit seinem unteren Ende in eine Kochsalzlösung tauchen und sein umgebogenes oberes Ende in eine Bunsen'sche Heizflamme ragen zu lassen. — Die Erscheinung gewinnt wesentlich an Schärfe, wenn man das an der oberen Glasfläche unmittelbar reflectirte Licht, welches ja zum Zustandekommen der Erscheinung nichts beiträgt, abblendet. Dazu senkt man, von einem seitlich aufgestellten Halter aus, einen undurchsichtigen Schirm mit seiner horizontalen Unterkante bis nahe auf die Glasfläche. Welches die günstigste Stellung für den Schirm bei Beobachtung irgend eines Ringes ist, wird durch Probiren leicht gefunden. — Zur Verschärfung der Erscheinung (wenigstens ausserhalb der centralen Einfallsebene) empfiehlt es sich, statt der freien Flamme möglichst parallel gemachtes Licht anzuwenden, indem ein kleines, durch die Flamme beleuchtetes Loch eines undurchsichtigen Schirms in den Brennpunkt einer Sammellinse gestellt wird, aus welcher dann ein ziemlich paralleles Strahlenbündel austritt und auf die Gläsercombination fällt.

Der Apparat kann durch mich bezogen werden; sein Preis wird sich ungefähr auf 70 Mark stellen.

## Ueber pneumatische Signalapparate und deren Verwendung für Haustelegraphie<sup>1)</sup>.

Von

A. Scholtz, Dozent an d. Kgl. Technischen Hochschule in Berlin.

Das System der pneumatischen Telegraphen hat während des verflorbenen Decenniums so vielfache Verwendung für die mannigfachen Zwecke des häuslichen und öffentlichen Lebens gefunden, dass die veralteten und oft versagenden mechanischen Klingelzüge dadurch fast ganz verdrängt worden sind. Da die pneumatischen Telegraphen noch sicher functioniren, sofern die Länge der Leitung 100 m nicht überschreitet, so hat das Luftdrucksystem nicht nur in Wohngebäuden, sondern auch in vielen öffentlichen Gebäuden Anwendung gefunden, ja es hat seiner grossen Einfachheit wegen — als Triebkraft wirkt lediglich der am Aufgabort ausgeübte Druck und die Anlage einer galvanischen Batterie kann entbehrt werden — in vielen Fällen die elektrischen Telegraphen verdrängt.

Die Wirkung des pneumatischen Telegraphen besteht darin, dass ein aus Gummi hergestellter Luftbehälter, der an dem einen Ende der pneumatischen Leitung angebracht ist, zusammengedrückt wird, worauf sich die Luftcompression auf einen am anderen Leitungsende befindlichen Gummipilz überträgt und diesen aufschwellt; hierdurch wird mittels eines Hebelwerkes entweder eine Klingel direct angeschlagen oder die Auslösung eines Lätewerkes bewirkt und gleichzeitig ein Nummerapparat in Thätigkeit gesetzt.

Das zur Anwendung kommende Leitungsrohr ist verzinnertes Bleirohr, von

<sup>1)</sup> Der hier behandelte Gegenstand gehört zwar nicht unzweifelhaft zu denjenigen, welche in unserer Zeitschrift Pflege finden sollen; da jedoch neuerdings das Princip der pneumatischen Uebertragung auch zu anderen Zwecken, z. B. auf Registrir- und Controlapparate, namentlich in der Physiologie Anwendung zu finden beginnt, so dürfte manchem unserer Leser mit einem Einblick in den gegenwärtigen Stand der bezüglichen Technik gedient sein, zumal die einschlägige Litteratur eine ungemein spärliche ist.

3 mm lichtem Durchmesser und 1,5 mm Wandstärke. Die Befestigung der Rohre geschieht mittels kleiner Haken, in Entfernungen von 0,30 bis 0,40 m, und die Verbindung der Rohrenden erfolgt durch Löthung, mit Ausnahme der Stellen, wo die Rohre mit dem Signalapparat in Verbindung gebracht werden müssen. Um nämlich diese Verbindung bei Revisionen schnell lösen zu können, stellt man dieselbe nur durch Gummischlauch her.

Nach dem Verlegen müssen die Rohre in ihrer ganzen Länge auf Dichthalten der Leitung untersucht werden, zu welchem Behufe man das eine Ende derselben mit einem Gummipilz, das andere mit einer Gummibirne dicht verschliesst. Hierauf wird die Birne einige Sekunden lang zusammengepresst; bleibt dabei der Pilz aufgebläht, und zeigt auch die Birne keine Veränderung durch Luftverlust, so ist die Leitung als dicht anzusehen.

Als „Druckgeber“ werden Gummibehälter, deren Grösse im Verhältniss zur Länge der Druckleitung stehen soll, angewendet. Dieselben sind in Metallkapseln eingeschlossen, welche in die Wand eingelassen sind. Eine Metall- oder Holzrossette mit eingefügtem Druckstopfen wird in das Metallgewinde der Kapsel eingeschraubt. Bei intacter Leitung wird demgemäss bei jedem Drucke auf den Stopfen der Gummiball zusammengepresst und die Luft in demselben comprimirt werden.

Für Haus- und Entreethüren kommen dagegen Zugknöpfe, welche mehr den mechanischen Klingelzügen gleichen, zur Verwendung. Hierbei ist die Verbindung des Druckgebers mit der Leitung dieselbe wie vorher, der Unterschied im Mechanismus besteht nur darin, dass beim Anziehen des Zugknopfes ein beweglicher Metalltrichter gegen den ringförmigen Gummiluftbehälter drückt und dadurch die Luft comprimirt. Nach Aufhören der Zugwirkung schnell Trichter und Luftbehälter in Folge der Spannkraft einer Spiralfeder in die Ruhelage zurück.

Auch Tretcontacts finden in einzelnen Fällen Anwendung, sind aber nicht zu empfehlen, weil die Büchse, in der sich der Mechanismus bewegt, schwer vor Verunreinigung zu schützen ist.

Zur Erzeugung hörbarer Signale werden verwendet:

- a) Apparate mit einfachem Schlag,
- b) Apparate mit Carillon-Weckerschlag und
- c) Allarmapparate mit Weckerschlag.

Um sichtbare Signale in Verbindung mit hörbaren Zeichen geben zu können, verwendet man:

- d) Klappen-Apparate oder Tableaux.

- a) Apparate mit einfachem Schlag,

sog. einschlägige Klingeln, kommen gewöhnlich in Entrees und Corridoren zur Verwendung. Hier wird durch Bewegung des Zug- oder Druckknopfes ein Gummipilz von beiläufig 50 mm Scheibendurchmesser aufgeschwellt und damit eine auf ihm ruhende tellerförmige Messingplatte, welche einen aufrechtstehenden Stift trägt, emporgehoben. Hierbei wird der verticale Arm eines Winkelhebels gegen die schräge Fläche eines kleinen Gelenkes gedrückt und dadurch der Daumen mit der Glockenhammer in seine äusserste Lage gebracht, aus welcher er durch Federkraft zurückschnellt und die Stahlglocke einmal kräftig anschlägt. Sobald der Pilz bei

Aufhören des Druckes seine ursprüngliche Lage wieder annimmt, sinkt der Teller nieder und nimmt den Hebel mit, der sich nun wieder vor das Gelenk legt.

b) Apparat mit Carillon-Weckerschlag.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Apparate hebt, wie vorher, der aufgetriebene Gummipilz *a* den Teller *e* nebst Stift empör und bewegt mit Hilfe des Hebels *f* das gezahnte Segment *g*. Hierdurch wird das Triebrad *i* um einige Zähne weiter bewegt. Mit *i* ist ein Sperrrad in Verbindung, in welches der Sperrkegel *c* eingreift. Dieser ist am Steigerade *h* festgeschraubt und bewegt dasselbe, sobald *i* in Drehung gesetzt wird. In das Steigerad greift endlich der Echappementhaken *k* ein. Jeder

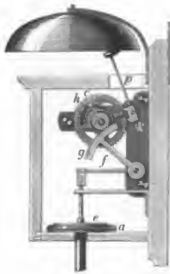


Fig. 1.

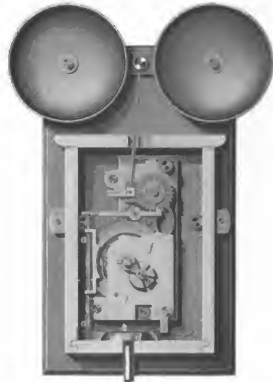


Fig. 2.

Zahn des Steigerades *h* wird also den Echappementhaken einmal bewegen und dadurch den auf derselben Welle befestigten Hammer mittels des Stieles *p* gegen die Glocke schleudern. Da nun das Triebrad bei jeder Schwellung des Gummipilzes um 2 bis 3 Zähne weiter geschoben wird, und einem Zahne des Triebbrades etwa 3 bis 4 Zähne am Steigerade entsprechen, so wird bei jedem Druck auf den Gummiluftbehälter am Aufgäbeorte der Hammer des Carillons 8 bis 10mal an die Glocke schlagen und ein laut tönendes Signal erzeugen.

Nach Aufhören der Luftcompression kehrt der Gummipilz wieder in seine Ruhelage zurück, der Teller *e* mit dem Hebel *f* und Segment *g* sinken nieder und das Triebrad *i* mit dem daran sitzenden Sperrade bewegt sich in entgegengesetzter Richtung, wobei der Sperrkegel *c* ausser Thätigkeit kommt.

c) Alarm-Apparate mit Weckerschlag.

Diese Apparate functioniren sehr leicht und für weite Entfernungen; sie sind stets mit einem besonderen Uhrwerk versehen und müssen deshalb von Zeit zu Zeit

aufgezogen werden. Fig. 2 stellt die innere Einrichtung des Apparates mit Einschluß des durchschnittenen Holzgehäuses dar.

Zwischen der vorderen Messingwange  $f$  und der auf die Rückwand in 30 mm Abstand aufgeschraubten Hinterwange ist das Uhrwerk eingeschaltet, welches aus dem Federgehäuse mit darunter liegendem Stirnrad  $s$  besteht, das ein Triebrad in Bewegung setzt und durch Uebersetzung das Steigerad  $r$  treibt. In  $r$  greift, wie vorher, der Echappementthaken ein und dadurch wird die Hakenwelle  $t$  so gedreht, dass der an ihr befestigte Glockenhammer eine hin- und hergehende Bewegung macht und in schneller Folge die beiden abgestimmten Glocken zum Anschlagen bringt. Für gewöhnlich steht das Triebwerk still; sobald aber der Gummipilz  $d$  den um  $g$  drehbaren Teller  $b$  emporhebt, wird der Stift  $a$ , welcher in einem Doppelwinkel Führung hat, ebenfalls nach oben geschoben, drückt den um  $o$  drehbaren Hakenhebel empor und macht hierbei den Arretirungsstift der an der Steigeradwelle befestigten Scheibe  $u$  frei, wodurch das Uhrwerk ausgelöst wird. Hat die Luftcompression aufgehört, so sinkt die Platte  $b$  durch ihr eigenes Gewicht abwärts, mit ihr der Stift  $a$ , der Hebel  $o$  gleitet hinab und hält den Arretirungsstift so lange fest, bis der Pilz aufs Neue gehoben wird.

Ueber der Messingwange  $f$  sieht man den Dorn  $z$  zum Aufziehen des Uhrwerks hervortreten. Die beiden Glocken sind auf einem flachen eisernen Glockenhalter aufgeschraubt, der an der hölzernen Gehäusewand befestigt ist.

#### d) Klappen-Apparate (Signal-Tableaux).

Für grössere Wohnungen genügen die vorbeschriebenen Klingeln zum Zweck einer leichten Verständigung nicht. Um hier sofort anschaulich machen zu können, in welchem der verschiedenen Zimmer gerufen worden ist, wendet man sogenannte Nummer-Apparate an. Hier stehen mehrere zusammenliegende Zimmer mit demselben Apparat in Verbindung, wobei von jedem Druck- resp. Zugknopf, der Signale geben soll, zu dem Nummer-Apparat ein besonderes Leitungsrohr führt.

Einen derartigen Apparat für 2 Nummern stellen die Figuren 3 und 4 dar; Fig. 3 zeigt den Querschnitt des Gehäuses mit dem zugehörigen Mechanismus. Fig. 4 giebt eine theilweise Ansicht des Mechanismus nach Fortnahme der Rückwand und des verglasten Rahmens.

Der Mechanismus zerfällt in zwei Theile: in die Vorrichtung zur Erzeugung sichtbarer Signale, und in das Uhrwerk, durch dessen Auslösung eine Klingel mit Weckerschlag in Bewegung gesetzt wird.

Die am Aufgaborte ausgeübte Luftcompression wird durch die Leitungsrohren und die Schläuche  $\gamma$ ,  $\gamma$  mittelst der Bleiröhren  $\delta$ ,  $\delta$  auf die Luftbehälter  $d$ ,  $d$  übertragen. Sobald einer derselben aufgeschwellt wird, hebt er den Teller  $e$  empor und dreht dadurch die Welle  $a$  von rechts nach links, wobei der an dieser sitzende Hebel  $f$  mit Winkelstück  $g$  in der Richtung des Pfeiles bewegt wird. Hiermit verliert aber der Stift  $h$  sein Auflager und die mit ihm fest verbundene, mit Schrift- oder Nummerbezeichnung versehene Klappe  $k$ , die lose auf die Nummerwelle  $i$  aufgesteckt ist, fällt durch ihr eigenes Gewicht herab. Hinter der Glastafel  $l$  erscheint demnach das herabgesunkene Täfelchen  $k$  als sichtbares Zeichen und deutet an, dass (beispielsweise hier im „Saal“) gerufen worden ist.

Die Welle  $a$  bewegt aber gleichzeitig den Hebel  $n$  aufwärts, der den Stift  $o$  des

Winkelhebels  $m$   $g$  so fasst, dass auch der letztere sich dreht und den Arretirungsstift  $p$  des Steigerades  $r$  frei macht. Damit wird das Uhrwerk, dessen Feder das Stirnrad  $v$  und durch Uebersetzung das Steigerad  $r$  treibt, ausgelöst. In  $r$  greift der Echappementhaken  $c$  ein, wobei jeder Zahn des Steigerades eine Bewegung der

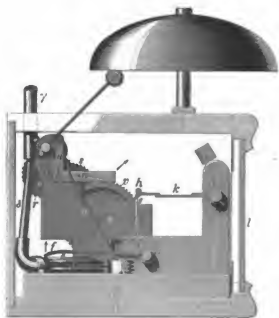


Fig. 3.

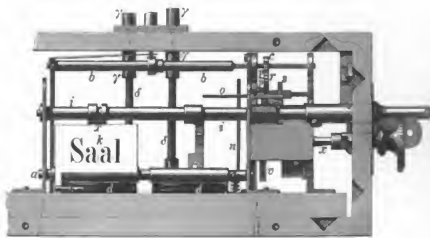


Fig. 4.

Welle  $b$  veranlasst und den Hammer an die Stahlglocke schleudert. Die Glocke ertönt daher unter schnell aufeinander folgenden Schlägen so lange, bis das Steigerad im Laufe gehemmt wird, was, da 4 Arretirungsstifte  $p$  am Steigerad sitzen, in der Regel nach einer Viertelumdrehung stattfindet.

Beim Aufhören der Luftcompression geht der Hebel  $n$  und das Winkelstück  $m$  in die Ruhelage zurück; mit ihr der Halter  $g$ , welcher den nächstfolgenden Arretirungsstift  $p$  fasst und die Fortbewegung des Rades hemmt.

Um keinen Zweifel aufkommen zu lassen, wo gerufen worden ist, muss die gefallene Nummertafel sofort nach Aufhören der Compression wieder aufgehoben werden, zu welchem Behufe die Nummerwelle  $i$  mittels eines Griffes um  $45^\circ$  nach der Rückwand hin gedreht wird. Hierbei bewegt der Stift  $x$  das Nummertäfelchen so weit nach oben, bis dasselbe Auflager auf dem Winkelstück  $g$  gefunden hat. Nach Aufhören der Drehbewegung schnellt die Welle  $i$  durch Federkraft wieder in ihre Ruhelage zurück.

Wenn eine grössere Anzahl von Zimmern mit dem Tableau in Verbindung gebracht werden muss, wird auch die Anzahl der Nummertafeln eine entsprechend grössere und dadurch das Tableau-Gehäuse länger; doch können höchstens 7 Nummern in einer Reihe untergebracht werden. Um Nummern zu sparen, werden dann häufig zwei benachbarte, oder gleicher Benutzung gewidmete Räume nach einem Luftbehälter geleitet; beträgt aber auch dann noch die Anzahl der Nummern mehr als 7, so werden sie in zwei Reihen über einander angebracht. In sehr ausgedehnten Baulichkeiten, in grossen Hotels u. dergl., bilden die Leitungen jeder Etage bezw. jedes Gebäudeflügels ein für sich abgeschlossenes System und von hier aus erfolgt die weitere Verständigung etwa durch Sprachrohre.



Ausser den hier beschriebenen Fällen der Anwendung pneumatischer Telegraphen soll zum Schluss noch auf ihre sonstige Verwendbarkeit für verschiedene Zwecke des häuslichen und öffentlichen Lebens mit einigen Worten hingewiesen werden:

Zum Oeffnen und Schliessen von Ventilationsklappen, welche in grosser Höhe oder an schwer zugänglicher Stelle gelegen sind, bedient man sich neuerdings vielfach pneumatischer Vorrichtungen. Gitterthüren und Hausthüren werden, als Ersatz der früher üblichen mechanischen Aufzüge, jetzt allgemein mit einem pneumatischen Thüröffner versehen, welcher in Folge einer vom Portier erzeugten Luftcompression den schwersten Thorweg spielend öffnet.

Durch dem Auge unsichtbare, an Thüren und Fenstern angebrachte Vorrichtungen wird das Oeffnen derselben in entfernte Räume signalisirt und bildet so eine schätzbare Sicherung gegen Diebesgefahr.

Durch directe telegraphische Verbindung der Arbeitssäle mit dem Maschinenraum kann bei eintretender Gefahr in Fabriken eine schnelle Benachrichtigung herbeigeführt und dadurch für die Sicherheit der Arbeiter in ausreichender Weise gesorgt werden. Für grosse Etablissements empfiehlt es sich endlich, sicher wirkende Feuermelder mit der Leitung in Verbindung zu bringen.

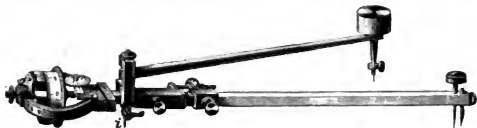
So hat das pneumatische System theils für sich allein, theils in Verbindung mit Sprachrohren grosse und mannigfache Verbreitung gefunden, und es steht zu erwarten, dass sein Verwendungsgebiet noch nicht abgeschlossen ist, sich vielmehr noch weiter ausdehnen wird.

## Kleinere Mittheilungen.

### A. Ott's Polarplanimeter zur Bestimmung der mittleren Höhe von Indicator-Diagrammen.

Die Einrichtung und Theorie der aus dem mathematisch-mechanischen Institut von Ott & Coradi in Kempten hervorgegangenen Planimeter ist schon, namentlich in Bezug auf ihre Abweichungen von den bekannten Amsler'schen, an anderen Orten mitgetheilt worden und daher wohl allgemein bekannt. Neuerdings werden jedoch von demselben Institut modificirte Polarplanimeter ausgeführt, welche vermöge ihrer Einrichtung für gewisse Zwecke, speciell zur raschen Bestimmung der mittleren Höhe von Indicator-Diagrammen, besonders brauchbar sind.

An der verschiebbaren Hülse (s. d. Fig.) befindet sich unter der Drehaxe des Polarmes eine drehbare Spitze *i*. Diese wird senkrecht gestellt, so dass ihr seitlicher Arm an der Hülse anliegt; hierauf verschiebt man die Hülse, bis der Abstand der Spitze *i* vom Fahrstift gleich der Grundlinie des Diagramms ist. Umfährt man alsdann das Diagramm in der



gewöhnlichen Weise, nachdem man vorher die Spitze *i* soweit zur Seite gedreht hat, dass sie die Papierfläche nicht mehr berührt, so ist das erhaltene Resultat gleich der mittleren

Höhe des Diagramms in Millimetern. Jeder Trommeltheil bedeutet 1 mm, jeder Noniustheil 0,1 mm, gleichviel wie gross die Grundlinie des Diagramms war, wobei zufolge der Theorie des Polarplanimeters natürlich vorausgesetzt ist, dass der Rollenumfang eine genau bestimmte Grösse hat, nämlich 100 mm. Auf die Innehaltung dieser Bedingung verwenden die Verfertiger besondere Sorgfalt.

Auch bei diesem Polarplanimeter befindet sich neben dem Fahrstift eine in der Höhe verstellbare kleine Stütze, welche so gestellt wird, dass die Fahrstiftspitze knapp über dem Papier schwebt, ohne dasselbe ritzen zu können.

Als ein wesentlicher Vorzug ist hervorzuheben, dass die stählerne Laufrolle des Planimeters, um sie vor Rost zu schützen, neuerdings vernickelt wird.

### Eine neue Anwendung der Guttapercha.

Es ist bekannt, dass Guttapercha in Wasser von ca. 65° C. weich und knetbar wird, und sich mehrere Stücke dieses Materials auch leicht vereinigen lassen. Man kann nun diese Eigenschaft der Guttapercha dazu benutzen, aus ihr Futter und Einspannbacken oder dergl. anzufertigen, welche das Festspannen zu bearbeitender Gegenstände gestatten, die an sich zu leicht verletzbar sind, um unmittelbar oder bei Verwendung der gewöhnlichen Mittel zum Einspannen ein Festhalten in Zangen, Schraubstöcken oder dergl. zu gestatten. Der Vorgang hierbei ist folgender. Von dem Guttapercha-Blocke (der Handelsform) schlägt man mit dem Hammer oder mit Anwendung von Stemmeisen oder dergl. Stücke ab, wie selbe beiläufig der Grösse der herzustellenden Backen entsprechen. Diese werden in warmes Wasser von nicht über 70° C, so lange eingelegt, bis sie durchaus weich geworden sind, und in diesem Zustande der Knetbarkeit bildet man aus freier Hand die Stücke zur Form von Backen rasch aus, legt sie an den Gegenstand an und presst sie im Schraubstock oder einem Klemmfutter oder dergl. sammt dem Gegenstand schwach ein. Die weiche Guttapercha legt sich hierbei auf das Vollkommenste an den Gegenstand einerseits und die Spannvorrichtung andererseits an und gestattet nach erfolgter Abkühlung und Erhärtung ein festes Halten des Gegenstandes.

Um zu festes Anhaften der Guttapercha zu verhindern, kann dünnes Papier zwischengelegt werden. Es dürfte diese Methode sich bei der Herstellung mancher Knochenpräparate, z. B. bei den Gehörknochen, eignen. Referent benützte das Verfahren bei der Bearbeitung eines Glasgegenstandes von solcher Form, dass derselbe sich ohne dieses Hilfsmittel nicht einspannen liess. Bei demselben wurde aus Guttapercha geradezu eine Binde um den Gegenstand gelegt. Ihre Entfernung war nach erfolgter Bearbeitung ganz leicht, da die Guttapercha, abermals weich gemacht, sich abtrennen liess.

*Prof. Fr. Kick.*

### B. Pensky's combinirte Phonographen- und Phonautographentrommel.

Eine Trommel zur Aufzeichnung von Stimmgabelcurven auf der berussten Trommelfläche erfordert bei Anwendung grosser Stimmgabeln, wenn sich die Curven nicht gegenseitig stören sollen, für die axiale Verschiebung der Trommel ein stark steigendes Führungsgewinde der Axe; dagegen erhält die Axe und Trommel des Phonographen behufs vortheilhafter Ausnutzung der Trommellänge zweckmässig ein Gewinde von geringer Steigung.

Um nun die Trommel des Phonographen auch für phonautographische Zwecke verwendbar zu machen und damit sein Anwendungsgebiet zu erweitern, versieht B. Pensky in Berlin die eine Seite der Axe sowie die Trommel mit feinem, die andere Seite der Axe dagegen mit grobem Gewinde. Die Gewinde der Axe sind nicht scharfgängig, sondern so hergestellt, dass noch ein Theil der ursprünglichen Cylinderfläche erhalten bleibt und in einem cylindrischen Lager Führung hat.

Für die Benutzung der Trommel im Phonographen wird das feine Gewinde durch ein am betreffenden Lager befestigtes Mutterstück geführt, während sich das grobe Gewinde durch das andere cylindrische Lager glatt hindurchschiebt. Für phonautographische Stimmgabelcurven

gabelversuche wird dagegen die Trommel in ein Hüllgestell gelegt, in welchem in gleicher Weise das grobe Gewinde geführt wird, während sich das feine Gewinde durch das entsprechende cylindrische Lager glatt hindurchschiebt.

Ueber die Trommel wird ein cylindrischer Mantel von dünnem Kupferblech geschoben, welchen man berusst. Bei Verwendung eines dünnen, berusteten, mittels Gummiringen auf der Trommel befestigten Glimmerblattes statt des Kupferblechmantels kann man die Curven für objective Darstellung schön und scharf auf einen Schirm projectiren.

## Vereinsnachrichten.

**Fachverein Berliner Mechaniker und Optiker.** Sitzungen vom 4. und 18. Januar. Vorsitzender: Herr Dörrfel.

Die Versammlung beschäftigte sich in der Sitzung am 4. Januar nur mit innern Angelegenheiten als: Jahresbericht, Kassenbericht und Neuwahl des Vorstandes. Aus letzterer gingen die Herren Dörrfel als erster Vorsitzender, Fuess und Bamberg als Stellvertreter hervor; als Schriftführer wurden gewählt die Herren Blankenburg und Polack, als Schatzmeister Sprenger, als Archivar Schieck und als Beisitzer die 4 Herren: Haensch, Stückrath, Wolff und Grimm. Die an diesem Abend noch vorliegende Berathung der neuen Statuten, durch welche die Erweiterung des Berliner Vereins zu einem allgemeinen Verein für Mechanik und Optik angebahnt werden soll, konnte wegen vorgerückter Zeit nicht zu Ende geführt werden. Es wurde nur für den erweiterten Verein die Benennung „Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik“ gewählt.

In der Versammlung am 18. Januar wurde der Entwurf der neuen Statuten durchberathen und mit einigen redactionellen Aenderungen von der Versammlung angenommen.

Der Schriftführer: *Blankenburg.*

## Bücherschau.

**Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung im Jahre 1879,** bearbeitet von einer grösseren Anzahl von Fachgelehrten und unter Mitwirkung von General-Lieutenant von Morozowicz, Kapitän zur See Freiherr von Schleinitz, Geh. Regierungs-Rath Prof. Dr. Helmholtz, Wirkl. Admiralitäts-Rath Prof. Dr. Neumayer, Prof. Dr. W. Foerster, herausgegeben von Regierungs-Rath Dr. L. Loewenherz. Berlin 1880, Verlag von Julius Springer.

Dieses Werk, das einem erfreulichen Zusammenwirken zahlreicher Männer der Wissenschaft mit den Mechanikern Berlins seine Entstehung verdankt, ist dazu bestimmt, von der grossen Zahl neuer und eigenartig construirter wissenschaftlicher Instrumente, welche die Berliner Gewerbeausstellung zierte und einen ihrer Hauptglanzpunkte ausmachten, auch weiteren Kreisen durch Beschreibung und Zeichnung Kunde zu geben.

Es lag der Plan zu Grunde, die einzelnen Berichte so abzufassen, dass sie nicht nur für die betreffenden Spezialisten, sondern zugleich für sämtliche Forscher und Mechaniker von Interesse sein sollten. Der Zweck jedes Apparats sollte angegeben, ferner, soweit dies ohne zu grosse Weiterungen möglich war, der bisherige Stand der Construction der entsprechenden Instrumentengattung kurz skizzirt und die constructiven Fortschritte der ausgestellten Instrumente nachgewiesen werden. Dieser Plan liess sich nicht in allen Fällen durchführen, aber gerade einzelne besonders wichtige Instrumentengattungen waren in so reicher Anzahl und in so verschiedenartiger Ausführung vertreten, dass dem Bericht ein Theil ihrer Entwicklungsgeschichte eingefügt und in einigen Fällen sogar den Anforderungen genügt werden konnte, die an eine eigentliche Instrumentenkunde zu stellen sind.

Das Wesentliche der wichtigsten und anderweitig noch wenig bekannten Neuconstructions mag im Folgenden kurz hervorgehoben werden; auf einzelne dieser Constructionen ausführlicher einzugehen, dafür dürfte sich in dieser Zeitschrift noch vielfach Gelegenheit finden.

Unter den astronomischen Instrumenten, deren Besprechung Prof. Foerster redigirt hat, wird zuerst C. Bamberg's Universal-Transit aufgeführt. Durchgangsinstrumente ermöglichen Winkelmessungen am Himmel ohne Anwendung von Kreistheilungen, indem die Durchgangszeiten von Himmelsobjecten durch die Rotationsebene eines Fernrohrs beobachtet und die aus den Unterschieden der Durchgangszeiten sich ergebenden Drehungswinkel der Erde um ihre Axe verwerthet werden. Bisher wurden fundamentale Durchgangsbeobachtungen nur in der Nähe des Meridians (Süd-Nord-Verticalebene) oder in der Nähe der Ost-West-Verticalebene ausgeführt; das Universal-Transit gestattet solche Beobachtungen in jeder beliebigen Vertical-ebene. Zu diesem Behufe ruht die Horizontalaxe auf zwei starken Pfeilern desselben eisernen Rahmens, die auf der Plattform eines festen Mauerpfeilers gedreht und in beliebigen Azimuthen fest und sicher eingestellt werden können. Die Anwendung eines gebrochenen Fernrohrs erlaubt einen compendiösen Aufbau und sichert einen hohen Grad von Festigkeit, zugleich ermöglicht sie, in allen Lagen des Fernrohrs die Libelle an der Horizontalaxe hängen zu lassen und die Lage und Stellung des Beobachters an sich wie auch zu den verschiedensten Theilen des Instruments möglichst unveränderlich zu halten. Um unter Vermeidung jeder Erschütterung und in möglichst kurzer Zeit ( $\frac{1}{2}$  Minute) die Horizontalaxe mit dem Fernrohr in ihren Lagen umlegen zu können — was für ein derartiges Transit von besonderer Wichtigkeit ist — dazu dient ein in dem Hauptpfeiler verborgener, mit einem kleinen Rad zu handhabender Mechanismus.

Mittels des von Fuess construirten Declinometers, eines Registrirmikrometers, soll die jedesmalige Lage des zur Declinationseinstellung dienenden beweglichen Fadens gegen die optische Axe eines Beobachtungfernrohrs graphisch registrirt werden. Im Augenblick der Einstellung der Declination eines Sternes wird ein zur Richtung dieser Einstellungen rechtwinklig fortbewegter Papierstreifen gegen eine Stahlspitze angedrückt, welche, wie das Ocular, auf dem Schlitten des beweglichen Fadens befestigt ist und sonach die Bewegungen des letzteren mitmacht. Der Druck geschieht vermittelst eines Hebelmechanismus und zwar entweder mit der Hand oder besser mit Hülfe einer pneumatischen Vorrichtung. Auf dem Papierstreifen macht zugleich eine zweite an dem festen Theil des Ocularstücks angebrachte Stahlspitze eine andere Marke, deren Abstand von der ersten die Registrirung der Declinationseinstellung darstellt. Durch denselben Druck kann zugleich noch eine elektrische Verbindung mit einem anderen Registrirapparat in dem nämlichen Augenblick hergestellt und auf diesem ein Zeitsignal markirt werden.

Den Schluss dieser Abtheilung bildet die Beschreibung der von Bamberg hergestellten Zeitbälle. Mit diesen soll den in den Häfen liegenden oder passirenden Schiffen ein Zeitsignal zur Controlirung der Schiffschronometer gegeben werden. Als Signal dient ein schwarz gefärbter kugelförmiger Körper (Ball) von etwa 1 m Durchmesser, der an einem Gerüst aufgehoben ist und genau zu gemeinsam festgesetzten Zeitpunkten durch eine Auslösung fallen gelassen wird. Abweichend von den Einrichtungen in anderen Ländern geschieht bei den Deutschen Zeitbällen die Auslösung ausschliesslich von einem in der Nähe stationirten Telegraphenamte aus auf elektrischem Wege. Es sind zwei Constructionsarten in Deutschen Häfen zur Verwendung gekommen. Die erstere hat einen freifallenden Ball, der vor der Auslösung durch einen oberhalb liegenden scheerenartigen Träger festgehalten wird. Die elektrische Auslösung wirkt hier auf einen Fallklotz, der auf die Scheerenträger auffällt und den Ball frei macht. Durch Seile und Zugschnüre können die Scheeren wieder eingehakt, der Fallklotz angehoben und endlich der Ball mit seinem Träger hochgewunden werden. Bei der zweiten Construction ruht der Ball mittels eines Puffers auf einem verticalen Rohr und fällt mit diesem zusammen, sobald die hier unterhalb liegende Scheere ausgelöst wird. An das Rohr ist eine Zahnstange angesetzt, in welche ein Zahnrad eingerückt werden kann, um Rohr und Ball wieder aufzuziehen.

Major Steinhausen und Vermessungsdirigent Erfurth berichten über geodätische In-

strumente, insbesondere über die für Triangulation und Nivellement. Aus diesem Abschnitt heben wir das Reichel'sche Legebrett hervor, das zur Ausführung und zur Controle von Libellentheilungen dient. Dieses Instrument war zwar nicht ausgestellt, Refer. beschreibt es aber, da er mit Hilfe desselben die von ihm angeführten zahlenmässigen Beweise für die Vorzüglichkeit der Reichel'schen Libellen erhalten hat. Das Legebrett besteht aus zwei ebenen Platten, deren untere horizontal aufgestellt wird und mit der oberen, auf welche man die zu theilende oder zu untersuchende Libelle aufsetzt, an einem Ende durch ein Kippstück derartig verbunden ist, dass die obere Platte um das Verbindungsstück gedreht, also gehoben oder gesenkt werden kann. Das Maass der Hebung wird am anderen Ende durch eine Mikrometerschraube ermittelt, welche in ein der oberen Platte eingefügtes Muttergewinde eingreift und auf der unteren Platte sich aufstützt. An einer mit der Schraube fest verbundenen Theilscheibe wird die Grösse der Drehung abgelesen.

Um die Libellen von wechselnden Temperatureinflüssen unabhängig zu machen, haben Reichel, wie auch Bamberg Libellen mit doppelten Umhüllungsrohren construirt. Damit hierbei die Correctur der Libelle möglichst frei von dem Zwange der äusseren Röhre bewirkt werden kann, hat Reichel an die innere Röhre, welche die eigentliche Libelle umschliesst, an der einen Seite eine Kugel, an der anderen ein Vierkant angesetzt. Die Kugel legt sich an eine Kugelzone der äusseren Röhre an, während zwei durch letztere hindurchreichende Schrauben und zwei ihnen gegenüberliegende federnde Bolzen das Vierkant halten. Bamberg ersetzt auch die Bolzen durch Schrauben.

Besondere Aufmerksamkeit verdient der hierher gehörende Kreistheilungsuntersucher von Wanschaff. Das Instrument, einer Kreistheilmaschine ohne Reisserwerk ähnlich, trägt 4 Mikroskope, je 2 um  $180^\circ$  von einander abstehend. Das eine Paar derselben ist auf einer festen, das andere auf einer drehbaren Schiene verschiebbar, so dass es möglich ist, die Mikroskope der beiden Schienen unter jeden Winkel zu einander zu bringen. Zudem ist dem einen Paar der Mikroskope eine geneigte Lage gegeben worden, um sogar je zwei Mikroskope auf denselben Theilstrich einstellen zu können.

Ueber die geodätischen Instrumente, mit besonderer Berücksichtigung der in der Ingenieurpraxis angewandten, berichtet Prof. Doergens. Die Zahl der hier besprochenen von Bamberg, Bonsack, Meissner, Sprenger und Wanschaff herrührenden Instrumente ist eine sehr grosse, die Neustructionen beziehen sich aber wesentlich auf ganz specielle Details, und es würde zu weit führen, dieselben hier auch nur anzudeuten. Erwähnt möge die bei den Meissner'schen und den Sprenger'schen Repetitionstheodoliten sich vorfindende Construction der Verticalaxen werden. Zur Beseitigung des Uebelstandes, dass der durchbohrte Zapfen des Limbus das Lager für den Alhidadenzapfen bildet und demgemäss durch das Gewicht des Oberbaus belastet wird, wird mit dem Dreifuss eine durchbohrte Centralbuchse fest verbunden und einerseits in diese der Alhidadenzapfen eingelassen, andererseits auf ihre äussere conische Fläche die mit dem Theilkreis verbundene Buchse aufgespasst. Hervorzuheben sind endlich noch die Meissner'schen Nivellirinstrumente, insbesondere auch, dass ihr Objectiv durch drei Schrauben centrirt wird, von denen die eine horizontal wirkende mit Federung versehen ist, so dass bei Temperaturänderungen das Glas von selbst, aber nur in horizontaler Richtung, ausweicht und demnach die Richtigkeit der Visurungen erhalten bleibt.

Den Schluss des Abschnitts über geodätische Instrumente bildet ein Bericht des Landesvermessungsraths Kauptert über Instrumente für topographische Aufnahmen. (Fortsetzung folgt.)

L. Loevenherz.

## Journal- und Patentlitteratur.

Verfahren zur Bestimmung der Brennweite von Linsen. Von Dr. A. Kerber, Chemnitz. D. R. P. 27. 4. 80. No. 11521.

Leitet man ein Parallelstrahlenbündel durch ein Spaltrohr in ein Beobachtungsrohr, so dass in der Mitte des Gesichtsfeldes ein reelles Bild erzeugt wird, und schaltet vor dem Objective

eine zum Vertikalschnitte um den Winkel  $e$  geneigte planparallele Platte von der Dicke  $D$  ein, so gelangt das Strahlenbündel zwar verschoben, doch ohne Richtungsveränderung in das Fernrohr. Es behält dieselbe Neigung zur Fernrohraxe und das Bild des Spaltes bleibt unverändert in seiner centralen Stellung. Besteht das Strahlenbündel dagegen aus divergenten Strahlen, so wird der Divergenzpunkt um  $(1 - \frac{1}{u}) D \cos e$  verschoben und dadurch auch eine seitliche Verschiebung des Spaltbildes hervorgebracht.

Umgekehrt ist mithin die Unbeweglichkeit des Fernrohrbildes bei Einschaltung einer schräg gestellten Platte das Kriterium dafür, dass die erzeugenden Strahlen parallel sind, d. h. der Spalt im Brennpunkte der Linse des Collimatorrohres sich befindet. Hieraus ergibt sich bei Anwendung starker Platten ein genaues Verfahren zur Bestimmung der Brennweite.

Nach genauer Centrirung der zu untersuchenden Linse und des Spaltes auf die Fernrohraxe und Befestigung der seitlich geneigten planparallelen Platte vor dem Objective verschiebt man die Linse, bis das Bild des Spaltes in der Mitte des Gesichtsfeldes sich befindet. Der Abstand zwischen Spalt und Linse ist die Brennweite. — Die Verwerthung des Verfahrens zu spectrometrischen Bestimmungen geschieht durch Einsetzen einer planconvexen Linse aus dem zu untersuchenden Glase und Verschiebung derselben gegen den Spalt, bis der rothe beziehungsweise violette Rand des Spaltbildes sich in der Mitte des Gesichtsfeldes befindet. Der Abstand zwischen Spalt und Linse ist die Brennweite für die äussersten rothen bez. violetten Strahlen, der Index für das Glas  $\frac{r}{f} + 1$ . Behufs genauer spectrometrischer Bestimmungen wird vor der Platte noch ein Prisma aus beliebigem stark zerstreuem Glase eingeschaltet, welches mit dem Instrumente fest verbunden ist und lediglich dem Zwecke dient, die verschiedenfarbigen Spaltbilder zu einem Spectrum auszubreiten. Q.

**Burkhardt'sche Rechenmaschinen.** Zeitschrift für Vermessungswesen. Band IX, Heft 11, S. 439.

Nach einer Mittheilung von Prof. Jordan ahmt die neue Fabrik für Rechenmaschinen von Arth. Burkhardt in Glashütte im Wesentlichen die Thomas'sche Construction nach. Als Vorzug vor der Pariser Construction wird der Umstand bezeichnet, dass der leere Raum zwischen den (ungleich langen) Zähnen auf den einzelnen Walzen grösser ist, als bei den Pariser Walzen. Ein Attest des Directors des Kgl. Preussischen Statistischen Bureaus rühmt den sanften und leichten Gang der Burkhardt'schen Maschine und betont, dass einige Neuerungen in der Construction wesentlicher Theile, — so bei den Trommeln (Schaltwalzen) des Schaltwerkes, der Zehnerübertragung, etc. — eine grössere Garantie für die Sicherheit der Function bieten. W.

**Ueber analytische Waagen mit constanter Empfindlichkeit.** Von Anton Markl in Neu-Prag. Dingler's J. Bd. 238. H. 2. S. 161.

Die Verfertiger der in diesem Aufsatz empfohlenen Waagen, A. Verbeek und Peckholdt in Dresden, streben die Herstellung einer constanten Empfindlichkeit dadurch an, dass sie die Mittelschneide nicht, wie die Theorie erfordert, in eine Ebene mit den Endschnitten, sondern ein wenig tiefer legen. Wenn sich nun der Balken mit wachsender Belastung durchbiegt, so compensirt sich die durch die tiefere Lage des Schwerpunktes bedingte Zunahme des Gesamtmomentes mit der in Folge der Senkung der Endschnitten gleichzeitig stattfindenden Abnahme dieses Momentes. Die Empfindlichkeit der Waage wird somit innerhalb gewisser Grenzen für alle Belastungen dieselbe bleiben; es ist jedoch nicht richtig, dass, wie der Verfasser annimmt, diese Compensation eine vollständige ist, da die beiden in Betracht kommenden Aenderungen nicht genau demselben Gesetze folgen. Die Einrichtung eignet sich daher auch nur für mittelfeine Waagen und leistet bei diesen vielleicht recht gute Dienste; bei Waagen ersten Ranges würde sie dagegen eher schädlich als nützlich wirken, und zwar weil das Tieferlegen der Mittelschneide die Empfindlichkeit zu einer mit dem Ausschlage veränderlichen Grösse macht. Der Balken hat die moderne kurze Form und eine ungewöhnliche Ausdehnung in der Verticalen, was seiner Festigkeit sicherlich sehr zu Statten kommt; seine Form ist jedoch eine solche, dass die Endschnitten beträchtlich weit ab von der neutralen Biegungsschicht liegen und somit von der Durchbiegung in verstärkter Masse betroffen werden. Dies mag im vorliegenden Falle eine besonders gute Verwirklichung der Neuerung ermöglichen und ist deshalb vielleicht absichtlich gewählt, für Waagen gewöhnlicher Construction ist es jedoch nicht nachahmenswerth.

Dass für die Endschnitten eine allerdings sehr einfache Einrichtung zur Justirung getroffen

ist, ist zu loben, denn Einrichtungen dieser Art sind bei chemischen Waagen leider noch immer selten, wenn auch, entgegen der Annahme des Verfassers, nichts weniger als neu. Den Waagen werden Reiter beigegeben bis zu 100 mg Gewicht an Stelle der meistens üblichen von 10 mg, eine Nenerung, welche man, vorausgesetzt, dass die Scaleneinschnitte exact gearbeitet und die Reiter an der Ansatzstelle ein wenig zugeschärft sind, unbedenklich gutheissen kann. Mit Recht wird auch das Reiterlineal verworfen. Denn auch bei Abwesenheit des Lineals bleibt das Moment des Reiters, wie der Verfasser richtig ausführt, so lange constant, als man den Sinns des Anschlagswinkels mit dem Bogen vertauschen kann. Der Wegfall des Lineals gefährdet also jedenfalls die Genauigkeit des Wägungsergebnisses weniger, als die Anwendung des Reiters überhaupt, welche darum auch neuerdings bei feineren Wägungen vermieden wird. Alles in Allem muss die Absicht der Verfertiger, möglichste Erleichterung des Wägungsverfahrens unter Wahrung der für chemisch-analytische Arbeiten ausreichenden Genauigkeit zu erzielen, als durchaus gelingend bezeichnet werden. Die sonstigen Ausführungen des Verfassers sind ohne Interesse; sie enthalten nur die Wiederholung einiger der allbekanntesten Elemente des Waagenbaus. S.

**Ein einfacher Aspirator.** Von Friedrich Lux. Zeitschr. f. analytische Chemie. XIX, p. 455—57.

Der ganz aus Glas gefertigte Apparat besteht aus einem cylindrischen Theil und vier Ansatzröhrchen. Seine Handhabung ist äusserst einfach, eines der unteren Röhrchen führt das Triebwasser zu, das andere mit angehängtem Gummischlauch dasselbe ab. Eine der oberen Röhren ist mit dem Gefäss verbunden, durch das Luft gesaugt werden soll, die vierte Röhre kann mit einem Manometer verbunden oder durch einen Stopfen verschlossen werden. Der angehängte Gummischlauch ist mit einem Quetschhahn mit Stellschraube versehen und dient als Abfallrohr, nach dessen Länge sich die saugende Wirkung des Apparates richtet. Hat man den Zufluss des Wassers nach Wunsch regulirt, so schliesst man den Quetschhahn fast vollständig, so dass sich das Wasser staut; öffnet man alsdann den Hahn wieder, so reisst das abfliessende Wasser die Luft mit sich fort. Die Einfachheit des Apparates und besonders der Umstand, dass er an jedem beliebigen Ort in eine Leitung eingeschaltet werden kann, ohne eines Statives zu bedürfen, machen ihn sehr empfehlenswerth.



Ein Versuchsapparat, bei welchem das Abfallrohr 1 m Länge und 5 mm lichte Weite hatte, sog bei Verbrauch von  $\frac{1}{2}$  bis 8 l Wasser pro Stunde, pro 1 l Wasser 6 bis 12 l Luft, eine gewiss überraschende Wirkung. Die Oekonomie des Apparates beruht in der Hauptsache auf der richtigen Benützung des Quetschhahnes. WZ.

**Das Glycerinbarometer.** Von Jordan. Zeitschrift d. östereich. Gesellschaft f. Meteorologie Bd. XVI. Jänner-Heft S. 25.

Unter den mancherlei Vorrichtungen, welche eronnen worden sind, um die Schwankungen des Luftdrucks auch dem ungeübten Beobachter leichter erkennbar zu machen, dürfte, wo die localen Verhältnisse seine Aufstellung gestatten, das Jordan'sche Glycerinbarometer einen hervorragenden Platz einnehmen. Dasselbe wurde bisher in vier Exemplaren in England angeführt; eines derselben befindet sich im Bureau der Times, welche seine Angaben von zwei zu zwei Stunden täglich in einem Diagramme veröffentlicht. Glycerin besitzt vor dem Wasser zur Füllung von Barometern den grossen Vorzug, dass die Spannung seiner Dämpfe bei gewöhnlicher Temperatur eine unmerkliche ist, und sich daher Temperaturveränderungen ähnlich wie beim Quecksilberbarometer nur durch die Ausdehnung und Zusammenziehung der Glycerinsäule geltend machen; der Uebelstand, dass Glycerin leicht Wasser ans der Luft anzieht, wird hier durch eine Schicht von schwerem Steinöl, welche das Glycerin im offenen Schenkel überdeckt, gehoben.

Das Jordan'sche Barometer ist mit Glycerin von 1,26 sp. Gewicht gefüllt und zeigt daher die Schwankungen der Quecksilbersäule fast 11mal vergrössert; die Länge der ganzen Säule bei gewöhnlichem Barometerstande beträgt 8,2 m. Das Barometer besteht aus gewöhnlichem Gasleitungsrohr, an welches oben eine 1 m lange Glasröhre von 25 mm Weite angekittet ist, die durch einen Gummistöpsel hermetisch geschlossen werden kann. Messingcalen mit Nonien gestatten die genaue Ablesung des Standes des Glycerins in dem Rohre. Unten mündet das Gasrohr in ein verzinntes Kupfergefäss von 15 cm Tiefe und 30 cm Durchmesser, das durch einen Schraubendeckel verschlossen wird, welcher nur durch eine kleine Oeffnung der durch Baumwolle vom Stanbe filtrirten Luft Zutritt gewährt. Zur Füllung wird das Glycerin mit Anilin roth gefärbt, um es zu klären auf 40° C. erhitzt, in das Kupfergefäss gegossen und durch eine Luftpumpe in den

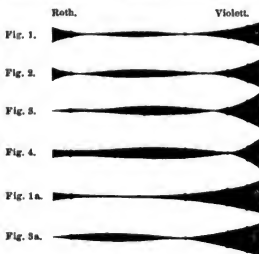
langen Scheukel gehoben. Man schliesst nun den Schranbendeckel und auch die kleine Oeffnung luftdicht, füllt die Glasröhre mit Glycerin bis oben an, schliesst sie durch den Gummistöpsel und gewährt jetzt der Luft durch die kleine Oeffnung Zutritt. Hat sich nach einiger Zeit die im Glycerin enthaltene Luft über demselben angesammelt, so ist die kleine Oeffnung aufs neue zu schliessen, der Gummistöpsel zu lüften und das Glasrohr bis oben hin mit Glycerin aufzufüllen.

T.

**Ueber eine einfache Methode zur Bestimmung der Brennpunkte und der Abweichungskreise eines Fernrobjectivs für Strahlen verschiedener Brechbarkeit.** Von Prof. Dr. H. C. Vogel in Potsdam. Berliner Monatsberichte. April 1880.

Stellt man das Ocular eines auf einen Stern gerichteten astronomischen Fernrohrs so ein, dass der Stern ein möglichst kleines Bild zeigt, und bringt hinter dem Ocular einen Prismensatz mit gerader Durchsicht an, so wird das Sternbild in ein Spectrum ausgezogen, welches durchaus nicht linear ist; nur die intensivsten Theile des Spectrums sind nahezu in eine Linie zusammengedrängt, während das Spectrum sich besonders nach dem blauen Ende stark verbreitert. Die Ursache dieser Erscheinung liegt in dem unvollkommenen Achromatismus des Objectivs.

Bei der Einstellung des Oculars kommen nur die intensivsten Strahlen (Roth, Gelb und Grün), welche sich bei einem gut achromatisirten Objectiv nahezu in einem Punkte vereinigen, in Betracht; dort vereinigen sich jedoch die blauen und violetten Strahlen nicht. Letztere werden in einer Ebene, senkrecht auf der optischen Axe des Fernrohrs in dem Vereinigungspunkte der intensivsten Strahlen, den Stern als ein Scheibchen von um so grösserem Durchmesser darstellen, je weiter ihr Schnittpunkt von dieser Ebene entfernt ist. Der Durchmesser dieser Scheibchen, der sogenannten chromatischen Abweichungskreise, könnte nun aus der Figur, welche das Spectrum zeigt, durch directe Messung mit Hilfe eines Mikrometers für jede Farbe gefunden werden. Viel leichter und sicherer erreicht man jedoch den Zweck, wenn man das Ocular mit dem daran befestigten Prismenkörper in der optischen Axe verschiebt. Bei der kleinsten Veränderung der Oculareinstellung ändert sich die Figur des Spectrums; man bemerkt eine Einschnürung, welche sich bei den meisten achromatischen Objectiven nach dem Violett verschiebt, wenn man das Ocular weiter heranschiebt; die Erscheinung erfolgt da, wo sich die betreffenden Strahlen in einem Punkte schneiden. Bringt man daher am Auszugrohr des Oculars eine Theilung an, so erhält man aus der Verschiebung, welche nöthig ist, um den Einschnürungspunkt im Spectrum vom Blau nach Violett zu verlegen, sofort die Entfernung der Vereinigungspunkte der blauen und violetten Strahlen und somit auch, durch eine leichte Rechnung, die Grösse der Abweichungskreise.



Verfasser erläutert seine höchst einfache und sinnreiche Methode durch die Befügung einiger Spectren. Die Fig. 1—4 beziehen sich auf den Schröder'schen Refractor des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam und zeigen die Form des Spectrums, wenn das Ocular bzw. auf die intensivsten Strahlen des Spectrums (Gelb, Fig. 1), auf rothe Strahlen von der Wellenlänge  $H\alpha$  (Fig. 2), auf den Vereinigungspunkt der äussersten rothen Strahlen (Fig. 3) und endlich auf den Vereinigungspunkt der Strahlen von der Wellenlänge  $H\gamma$  eingestellt wurde (Fig. 4).

— Die Fig. 1a und 3a beziehen sich auf den Fraunhofer'schen Refractor der Berliner Sternwarte. Eine Vergleichung dieser Figuren mit denen des Schröder'schen Fernrohrs zeigt, wie die Methode durchaus geeignet ist, mit einem Blicke die Verschiedenheit in der Achromatisirung zweier Objective zu erkennen.

Für Optiker ist die Methode unstreitig von grosser Bedeutung; auch für photographische Zwecke kann sie mit Nutzen verwendet werden, da sie der mühevollen Aufsuchung des sogenannten chemischen Focus durch photographische Versuche enthebt. Bei feinen astronomischen Messungen bietet endlich die Anwendung der Methode sichere Gewähr für eine genaue Focaleinstellung. Für letzteren Zweck theilt Verfasser ein praktisches Verfahren mit.



Den Schluss der Abhandlung bilden Mittheilungen über Untersuchungen, welche Verfasser an vier verschiedenen Fernröhren ausgeführt hat; es sind dies die Fernröhre des Potsdamer-Observatoriums von Schröder, Grubb und Steinheil und der Fraunhofer'sche Refractor der Berliner Sternwarte. Ans den Messungsergebnissen ist ersichtlich, dass sich durch Anwendung der angegebenen Methode ein hoher Grad von Genauigkeit erzielen lässt. W.

**Eine neue elektrische Eigenschaft des Selen.** Von Blandiot, Journ. de Phys. 1880. S. 407.

Blandiot hat gefunden, dass durch Reibung oder Stoss zwischen Selen und Platin ein Strom entsteht, der vom nicht geriebenen zum geriebenen Selen durch das Elektrometer geht, während der Thermostrom vom heissen zum kalten Selen geht. Andere Substanzen zeigen bei Stoss oder Reibung nur den Thermostrom. Zur Entdeckung diente ein Lippmann'sches Capillarelektrometer, welches im vorliegenden Falle wegen des grossen Widerstandes von Selen selbst einem empfindlichen Galvanometer überlegen ist. T.

### Für die Werkstatt.

**Silberweisser Ueberzug.** Wieck's Gew. Ztg. 1880. S. 355.

Die Vernickelung, welche in gewissem Grade die Versilberung verdrängt hat, kann gleichfalls durch ein anderes Verfahren ersetzt werden, namentlich bei Artikeln von geringerem Werthe. Grob geraspelt oder körniges Zink wird einige Zeit in einer Mischung von 3 Gewichtstheilen Salmiak und 10 Gewichtstheilen Wasser gekocht. Mit dieser Mischung werden die Gegenstände durch Hineinlegen in allseitig gleichmässige Berührung gebracht. Der Niederschlag ist von silberähnlichem Glanze und widersteht mechanischen Einwirkungen ebenso gut, als ein Ueberzug von Nickel.

**Lagercomposition.** Von Georg Lieckfeldt, Hannover. D. R. P. vom 26. 2. 80. No. 10509.

Die vorgeschlagene Lagercomposition, welche keiner Schmirung bedürfen, leicht verwendbar und wegen geringer Abnutzung billig sein soll, besteht aus Graphit und Wasserglas, welche Stoffe zu einem dickflüssigen Brei eingerührt auf die Reibungsflächen aufgetragen werden; die Composition erhärtet schnell und kann durch Feilen, Drehen u. s. w. bearbeitet werden. Durch verschiedene Mischungsverhältnisse oder Zusatz anderer Stoffe werden verschiedene Härtegrade erreicht. Für stark gedrückte Flächen pulverisirt man die Mischung nach dem Erhärten, führt sie mit Wasserglas an und verwendet sie alsdann. Für leicht belastete und schnell gegen einander bewegte Reibungsflächen nimmt man viel Graphit und verdünntes Wasserglas und erhöht den Zusammenhang durch Zusetzen von Cellulose oder ähnlichen Faserstoffen. Auf Einhalten eines bestimmten Mischungsverhältnisses soll es bei der Untersuchung nicht ankommen, wenn nur die Vorschrift der Verwendung eines syrupartigen Breies eingehalten wird. Q.

**Praktisches über Feilen.** Maschinenbauer 1881 Heft 4.

Beim Bearbeiten schmaler Flächen mit der Flachfeile wird die Feile durch kräftiges Auflegen der Hand auf die Spitze leicht krumm gebogen, wodurch die zu bearbeitende Fläche an den Kanten mehr als in der Mitte niedergefeilt wird. Um dieses Rundfeilen zu verhüten, wendet die Nicolson Feilen-Compagnie zu Providence, Rhode-Island, Feilenhalter an, durch welche die Feile bis zu einem gewissen Grade mit dem freien Ende aufwärts gebogen werden kann.

Bei der einen Form ist auf der oberen Seite der Feile zwischen Feilfläche und Dorn ein kleiner Bock fest angesetzt, von welchem aus eine Zugstange nach der Spitze der Feile reicht, diese Zugstange ist am Spitzenende der Feile verbreitert und übergreift dort mit einem hakenförmigen Ansatz die entsprechende geformte Feilenspitze; am anderen Ende besitzt sie Schraubengewinde und reicht damit durch ein Loch des erwähnten bockartigen Aufsatzes bis über den Feilendorn, wo sie das Feilenheft mit entsprechendem Muttergewinde trägt. In der Mitte zwischen Ende und Heft ist die Zugstange gegen den Feilenkörper durch einen zweiten kleinen Bock abgestützt, der jedoch lose auf der oberen Arbeitsfläche der Feile sitzt. Vermittels Drehung des mit Muttergewinden versehenen Feilenheftes kann jeder beliebige Biegedruck auf die Feile ausgeübt werden. Q.

**Kalte Schwarzbeize für Messinggegenstände.** Centr.-Ztg. für Optik u. Mech.

30 gr kohlen-saures Kupfer werden nach M. Lindner in 250 gr Salmiak unter stetem Umrühren gelöst und hierauf dieser Lösung 500 gr Wasser zugesetzt. Die Beize ist sofort fertig, und es werden die betreffenden Messinggegenstände an Messing- oder Kupferdrähten eine kurze

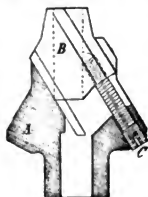
Zeit in die Lösung eingehängt. Es empfiehlt sich, die Gegenstände vor der Behandlung nicht mit ganz feinem Schmirgelpapier zu poliren, da im anderen Falle der schwarze Ueberzug bedeutend fester hält. Der Ueberzug hält sich sehr gut und lange im Freien und dürfte einer weiteren Anwendung werth sein. Q.

**Selbstcentrirendes Spannfutter.** Von A. Hausse, Darmstadt. D. R. P. vom 25. 3. 80. No. 10776.

Der einzuspannende Draht, Bohrer u. s. w. wird in einen Backen, welcher in einem gewissen Winkel angeschnitten, durch eine Spitze oder einen anderen spitz geformten Backen eingeklemmt und so festgehalten, wie dies bei älteren Futtern gebräuchlich, wo jeder Backen einzeln gestellt wird. Bei der vorliegenden Construction bewegen sich aber die Backen, oder Spitze und Backen gleichzeitig in einem bestimmten Verhältnisse gegen einander, so dass der eingespannte runde Gegenstand stets von selbst centriert wird. Ist  $\alpha$  der Winkel, in welchen der Gegenstand eingeklemmt wird,  $R$  der Halbmesser desselben und  $x$  die Entfernung vom Centrum des Kreises bis zur Winkelspitze, so erhält man:

$$x = \frac{R}{\cos\left(90 - \frac{\alpha}{2}\right)} = R \operatorname{cosec} \frac{\alpha}{2}.$$

Das Verhältniss zwischen dem Halbmesser des einzuspannenden Gegenstandes und  $\operatorname{cosec} \frac{\alpha}{2}$  bleibt nun stets dasselbe, wenn der runde Gegenstand stets im Centrum sein soll.



Figur 1 und 2 stellen ein Futter dar, bei dem der Backen  $B$  sich in einer Richtung bewegt, die einen spitzen Winkel mit der Axe des Futterns bildet. Die Differentialschraube  $C$  dringt von unten in dem gleichen Winkel zur Axe des Futterns mit ihrem oberen stärkeren Theile in den Futterkörper  $A$  ein, der andere dünnere Theil der Schraube schraubt sich in den Backen ein. Vermöge der Differenz der Steigungen zieht sie beim Umdrehen den Backen in den Futterkörper herein, respective aus ihm heraus. Sie schraubt sich gleichzeitig in den Backen bez. aus ihm und drückt mit ihrer konischen Spitze auf den eingespannten Gegenstand. Für kleine Futter wird der Schraube zweckmässigerweise ein Flügelkopf zu geben sein. — Der Erfinder giebt noch eine andere Form dieses Futterns an. Q.

**Wärmeschutzmasse (Wattenspapier).** F. Becker in M. Gladbach und H. Müller in Kohlscheid bei Aachen. D. R. P. No. 12217 vom 19. 5. 80.

Dieselbe besteht aus zwei Lagen zähen und starken Papieres, zwischen welche eine Watte aus Baumwolle, Wolle, Haaren oder einem sonstigen zur Herstellung eines Filzes geeigneten Stoffe derartig vermittels eines Klebemittels gelagert ist, dass die beiden Papierlagen mit der zwischenliegenden Watte ein Stück bilden. Dieses Papier soll wegen seines geringen Wärmeleitungsvermögens, der grossen Festigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen die zerstörenden Wirkungen der Wärme als Wärmeschutzmasse sehr geeignet sein; es wird schraubenförmig ein oder mehrere Male um das zu schützende Gefäss u. s. w. gelegt und mit Bindfäden o. a. befestigt. Gegen Feuchtigkeit schützt ein Theeranstrich. Q.

**Gegen Rosten des Eisens oder Stahls** (Montan-Ztg.) wird neuerdings das Bestreichen mit einer alkalischen Wachsseifenlösung empfohlen; 10 g Kali, welche von Nitraten und Chloriden frei ist, werden mit 0,5 l Wasser erhitzt und dem letzteren noch unter stetem Umrühren nach und nach 10 g gelbes Wachs zugesetzt, so dass nach dem Erkalten eine milchige Flüssigkeit erhalten wird. Q.

**Um vergoldete Metallgegenstände zu reinigen** (Gew.-Bl. f. Ost- und Westpreussen) eignet sich sehr gut eine Lösung von 30 g Borax auf 1 kg Wasser, womit die Metallfläche sanft abgerieben wird; mau spült mit reinem Wasser nach und trocknet mit einem weichen Lappen von Leinwand. Q.

Nachdruck verboten.

# Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions - Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt,  
Vorsitzender.

R. Fuess,  
Beisitzer.

Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz,  
Schriftführer.

Verantwortlicher Redacteur: Dr. Georg Schwirkus.

I. Jahrgang.

März 1881.

Drittes Heft.

## Ueber Erzeugung und Untersuchung von Mikrometer- schrauben.

### III. Neuerzeugung von bestimmt vorgeschriebenen Steigungen.

Von  
Mechaniker C. Reichel in Berlin.

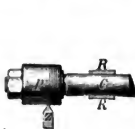
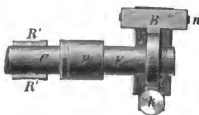
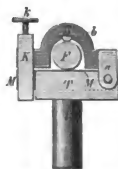
In manchen Fällen liegt die Aufgabe vor, Schrauben mit bestimmt vorgeschriebenen Steigungen herzustellen. Die Zugrundelegung einer Originalschraube unter Modificirung der Ganghöhe mit Hilfe von Zahnrädern ist hierzu nicht geeignet, da die letzteren viele Fehlerquellen in sich bergen. Dagegen verbindet die folgende Methode den Vortheil der Einfachheit mit bedeutender Sicherheit.

Es wird hier wieder die Cylinderspindel benutzt. Die Patrone wird zunächst durch einen noch nicht mit Gewinde versehenen Patronencylinder ersetzt, und auf das Arbeitsende ein vorgedrehter Cylinder von weicherem Metall, z. B. Messing, aufgeschraubt. Das Verfahren besteht nun darin, dass unter dem Messingcylinder in horizontaler Lage ein gehärteter Stahlkörper befestigt wird, welcher auf seiner oberen Fläche einige parallele Messerschneiden trägt, deren Schärfen soweit von einander abstehen, wie die Gänge der zu schneidenden Schraube. Der Stahlkörper wird so eingestellt, dass die Messer um den Winkelbetrag der geforderten Steigung schräg stehen, und hierauf angehoben, bis die Messer in die Mantelfläche des Messingcylinders einschneiden. Wird die Spindel nun in Umdrehung versetzt, so erhält sie durch die einschneidenden Messer zugleich eine fortschreitende Bewegung, mit deren Hilfe man sogleich Schraubenwindungen von der geforderten Steigung in den Patronencylinder einschneiden kann. Die Einstellung der Messer geschieht mittels eines Mikroskopes, welches auf einer zu diesem Zweck aufgeschraubten, mit Führungsleiste versehenen Planscheibe verschiebbar ist. Die Einzelheiten des Verfahrens werden aus der nachfolgenden Beschreibung deutlich werden.

Von den beigegebenen Abbildungen auf umstehender Seite stellt Fig. 1 die Spindel mit der in Rede stehenden Vorrichtung im Grundriss, Fig. 2 einen Theil der Vorderansicht, Fig. 3 die Seitenansicht dar<sup>1)</sup>. Der rechteckig prismatische Stahlkörper *M*, welcher drei sorgfältig gearbeitete und um die geforderte Ganghöhe von einander abstehende Messerschneiden trägt und im Durchschnitt einem gezahnten Gewindestahl ähnlich sieht, liegt bis an seine obere Messerfläche in einer ihn fest

<sup>1)</sup> Der Deutlichkeit wegen ist auf allen Figuren den dargestellten Schraubengängen die starke Steigung von 2 mm gegeben worden.

umschliessenden Nuthe des Trägers  $T$  und ist drehbar um den horizontalen Axenstift  $n$ , welcher die Wände des Trägers  $T$  und das eine Ende des Stahlkörpers  $M$  rechtwinkelig durchbohrt.  $M$  kann sonach aus der Nuthe um den Axenstift  $n$  nach oben gedreht werden. Der fest mit dem Träger  $T$  verbundene verticale und cylindrische Stellzapfen  $t$  steckt in dem Vorlagenboden der Drehbank, welcher auf deren

Fig. 1 ( $\frac{1}{2}$  nat. Gr.).Fig. 2 ( $\frac{1}{2}$  nat. Gr.).Fig. 3 ( $\frac{1}{2}$  nat. Gr.).

Wange  $W$  (vergl. Fig. 1 und 3 des vor. Aufs.) an passender Stelle befestigt werden kann. Die Stelle ist so zu wählen, dass die Mitten der Messerschneiden den Cylinder  $F$  nahe seinem rechten Ende berühren. Um den Axenstift  $n$  lässt sich ferner ein Bügel  $B$  drehen, welcher gabelförmig über die Aussenwände des Trägers  $T$  greift und sich rechtwinkelig in einem Bogen fortsetzt, der den Messingcylinder  $F$  überspannt und ihn mit dem schwalbenschwanzförmig eingelassenen harten Holzstück  $b$ , dem Stahlkörper  $M$  gegenüber, berührt. Die beiden um  $n$  drehbaren Körper, zwischen denen sich der Messingcylinder hiernach befindet, nämlich der Bügel  $B$  und der Messerkörper  $M$ , ragen nun mit ihren freien Enden in einen Klemmrahmen  $K$ , der dazu dient, die beiden Körper mittels der Klemmschraube  $k$  gegeneinander zu treiben, wobei die Messer in das weichere Metall eindringen. Ist dies so erfolgt, so würde die Einrichtung ihren Zweck, der Spindel eine fortschreitende Bewegung zu erteilen, erfüllen. Vorher gilt es jedoch, den schwierigsten und wichtigsten Punkt zu erledigen, nämlich den erzeugenden Messern die erforderliche Winkelneigung zu geben.

Zum Zweck der genauen Einstellung der Messer wird der Bügel  $B$  von der Klemme  $K$  befreit und um einen rechten Winkel aufwärts gedreht (Fig. 4); statt des Messingcylinders  $F$  wird die Planscheibe  $A$  mit dem zur Einstellung dienenden Mikroskop aufgeschraubt. Der Raum über den Messern wird hierdurch für die Beobachtung frei. Die Planscheibe ist mit einer diametralen Leiste  $l$  versehen, auf welcher der Halter des Mikroskopes  $M'$  gleiten kann; der letztere hat eine breite plattenartige Form, damit durch sein festes Anliegen an der Vorderfläche der Planscheibe die Sicherheit der Führung erhöht wird. Die

Fig. 4 ( $\frac{1}{2}$  nat. Gr.).

Fig. 5 (nat. Gr.).

Spindel wird nun unverrückbar und zwar in solcher Lage befestigt, dass die Leiste  $l$  der Planscheibe horizontal steht; das Mikroskop ist dann senkrecht auf die Messerfläche gerichtet, und parallel zu letzterer, sowie normal zur Spindelaxe verschiebbar.

Denkt man sich nun die Schraubenlinie, welche auf dem Cylinder  $F$  erzeugt werden soll, mit diesem selbst unmittelbar auf die darunter liegende ebene Messerfläche von  $M$  abgewickelt, so bildet sie die Hypotenuse eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen normal zur Spindelaxe gerichtete Kathete, die Basis, gleich dem Umfange des Cylinders  $F$ , und dessen andere Kathete gleich der gegebenen Ganghöhe, also gleich dem Abstände zweier aufeinander folgenden Messer ist. Da nun die Basis parallel der Verschiebungsrichtung des Mikroskopes ist, die Messer aber, wenn sie richtig stehen sollen, mit der Hypotenuse gleich gerichtet sein müssen, so hat man nur den Träger  $T$  des Stahlkörpers  $M$  so lange um seinen Stellzapfen  $t$  (Fig. 2 u. 3) zu drehen, bis die optische Axe des Mikroskopes in der einen Stellung  $M'$  genau auf die Schärfe des einen Messers und in der anderen von  $M'$  um den Cylinderumfang entfernten Stellung  $M''$  genau auf die Schärfe des nächstfolgenden Messers gerichtet ist. Zur Erleichterung der Einstellung dient ein Fadenkreuz (in Fig. 5 in nat. Gr. gezeichnet) bestehend aus den Doppelfäden  $f'$  und dem Kreuz faden  $f$ ; mit ersteren wird auf die Schneiden der Messer eingestellt. Ist die Einstellung gelungen, so wird die Planscheibe wieder durch den Messingcylinder ersetzt, die Spindel aus ihrer Befestigung gelöst, der Träger  $T$  festgeschraubt, der Bügel  $B$  übergeschlagen, die Klemmschraube  $k$  angezogen und das Vorschneiden der Patrone kann beginnen<sup>1)</sup>. Man erhält auf diese Weise schon nach dem ersten Durchgang Gewindgänge von grosser Gleichmässigkeit; trotzdem ist es rathsam, sofort eine Regulirung der Patrone folgen zu lassen.

Welche Sicherheit die beschriebene Methode gewährt, mögen die folgenden Beispiele zeigen. In einem Falle geschah das Einholen der Profilmuthen für die Messer unter mikroskopischer Einstellung nach einer in 0,2 mm getheilten Silberscala. Nach beendigter Gewindeerzeugung waren 100 Umgänge der neuen Schraube, nach derselben Scala gemessen, gleich 19,92 mm statt der verlangten 20 mm.

In einem zweiten Falle sollte eine neue linksgängige Schraube erzeugt werden, deren Gewinde dem einer vorhandenen rechtsgängigen Patrone von 0,708 mm Steigung genau gleich war. Zur Erzeugung diente nur ein Messer, dessen Steigung nach Distanzfäden bestimmt wurde, welche im Mikroskop auf zwei Gänge der rechtsgängigen Schraube eingestellt worden waren. Hier zeigte nun der fertige Schnitt bedeutende Steigungsdifferenzen der einzelnen Gänge untereinander. Es fand sich indessen eine kleine Gruppe von Gängen vor, welche sowohl die vorgeschriebene Steigung hatten, als auch untereinander gleich waren und daher zur Uebertragung auf eine Patrone benutzt werden konnten. Zu diesem Ende wurden die fehlerhaften Gänge durch Abdrehen beseitigt, die stehengebliebene Gruppe durch eine fest auf der Drehbankswange angebrachte Lünette von hartem Holz geschickt und auf diese Weise in die Holzlünette eine Gewindemutter von der Länge der Patrone eingeschnitten, welche die Copirung durch den Zahnstahl erlaubte. Nach erfolgter Regulirung liess auch diese neue Patrone gegen die vorhandene rechtsgängige keine messbaren Steigungsdifferenzen erkennen.

<sup>1)</sup> Die Anregung zu dem Versuche, auf dem beschriebenen Wege Gewinde neu zu erzeugen, verdanke ich dem verstorbenen Ministerialrath Dr. Aug. Steinheil in München, welcher sich schon im Jahre 1859 mit der Absicht trug, die erforderliche Winkelbestimmung mit Hilfe einer feinen Kreistheilung zu bewirken. Zur Ausführung ist die Idee damals nicht gekommen. Mir schien diese Art der Bestimmung nicht sicher genug; später gelangte ich zu der beschriebenen.

Die Ursache der ersterhaltenen Steigungsdifferenzen lag hier wahrscheinlich in folgendem Umstand. Durch Eindringen des Messers in den Cylinder wurde seine Mantelfläche deformirt, in der Weise, dass das eindringende Messer zu beiden Seiten das aus der Furche verdrängte Material aufhäufte und dadurch an den den Furchen zunächst liegenden Materialtheilen eine Verdichtung bewirkte. Bei fortschreitender Arbeit erfuhr das erzeugende Messer an dem vorverdichteten Material erhöhten Widerstand, welcher sich in Abweichungen von der vorgeschriebenen Steigung äussern musste. Was übrigens auch die Ursache gewesen sein mochte, jedenfalls bleibt der Uebelstand ausgeschlossen bei Anwendung der drei Messer. Hier ist gewissermaassen nur der erste Umgang an den drei Messern neu zu erzeugen, alle folgenden sind Copien der ersten, denn nur ein Messer schneidet vor, während die eben erzeugten Gänge an den beiden letzten Messern die Führung bewirken. Die eintretende geringe Deformirung hat keinen Einfluss, da die entstandenen Geleise zur Führung tief genug sind.

Originalschrauben von grösserer Länge, als sie die Patronenspindel zulässt, könnten nach demselben Princip durch eine für diesen Zweck zu construirende Kluppe hergestellt werden. Auch auf der Drehbank liessen sich mit Hilfe der beschriebenen Einrichtung direct Gewinde von grösserer Länge erzeugen, welche wahrscheinlich ebenfalls keine Steigungsdifferenzen untereinander zeigen würden, nämlich auf Cylindern, die in besonderer Lünette laufen.

## Ueber eine Methode zur Untersuchung der Torsionselasticität.

Von

Prof. Dr. F. Melde in Marburg.

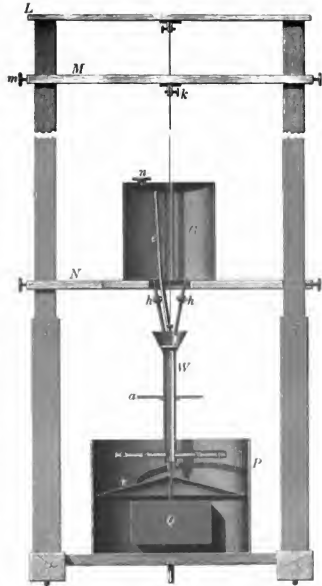
1. Um die Gesetze der Torsionselasticität bei Drähten auf experimentellem Wege zu erforschen, wurde von Coulomb die Beobachtung von Schwingungen zur Anwendung gebracht. Ferner hat G. Wiedemann bei seinen Untersuchungen über den Zusammenhang der Torsion mit dem Magnetismus einen Apparat benutzt, bei welchem die Torsionskräfte unmittelbar durch Gewichte bestimmt werden konnten<sup>1)</sup>.

Die Methode, welche ich mir hier auseinander zu setzen erlaube, nimmt die Reactionskräfte beim Ausfluss von Wasser zur Hilfe, und dürfte sich ihre Anwendung insbesondere da empfehlen, wo man vor einem Zuhörerkreise die Fundamentalserscheinungen der Torsion zu erläutern hat und namentlich auch die Abhängigkeit der Wirkung der Drehkräfte von ihren Hebelarmen, sowie die Bedeutung des Torsionsmodulus versinnlichen will. In wie weit die Methode mehr Vortheile und grössere Sicherheit wie die früheren bieten kann, wird sich erst ermesen lassen, wenn man einen vollständigen Beobachtungssatz vor sich hat, welcher später mitgetheilt werden soll. Ohne Schwierigkeit wird man aber sofort erkennen, dass ausser der Frage nach der Torsion auch andere Fragen mit Hilfe meiner Methode verfolgt werden können, und rechne ich hierher z. B. die Abhängigkeit der Reactionskräfte

<sup>1)</sup> Pogg., Ann. Bd. 106 S. 161 u. f.

von der Druckhöhe des Wassers, ferner von der Form der Ausflussöffnungen sowie von der Verschiedenheit dieser Kräfte bei anderen Flüssigkeiten.

2. Die beigegebene Figur stellt den von mir construirten Apparat im Durchschnitte dar. Zwei verticale Holzständer *S* erheben sich auf einer entsprechenden Basis und sind oben durch eine Holzleiste *L* verbunden. Eine zweite Leiste verschiebt sich unterhalb *L* und kann mittels der Schrauben *m* in verschiedener Höhe parallel *L* festgestellt werden. Eine dritte, auch verstellbare, Leiste ist das Querverbindungsstück *N*, das in der Mitte in eine kreisförmige Verbreiterung übergeht, die ihrerseits wieder mit einem kreisrunden Ausschnitt versehen ist, um das Zinkgefäß *G* sicher aufsetzen zu können und ausserdem zu ermöglichen, dass von diesem aus durch passende Röhrchen ein Abfluss des Wassers nach unten erfolgen kann. An der Leiste *L* ist eine Metallklemme angebracht, um das obere Ende des, dem Versuche zu unterwerfenden, Drahts festzuklemmen. Dieser läuft dann frei durch ein Löchelchen in *M* und eine zweite Klemme *k* und trägt unten den Messingtheil *W*, der ebenfalls durch eine Klemme *a* am untersten Ende des Drahts befestigt ist. Durch diese Vorrichtungen wird es möglich, verschiedene Drähte, von verschiedener Länge, dem Versuche zu unterwerfen, ohne dass dieselben weder durch Biegung, noch durch Reibung irgend welche Spannung erleiden.



( $\frac{1}{10}$  nat. Gr.)

Betrachten wir nun den Theil *W*. Er stellt einen Apparat vor, ganz ähnlich einem Segner'schen Wasserrad und soll im Folgenden der Kürze halber auch mit dem Namen „Wasserrad“ bezeichnet werden. Es besteht demgemäss dieser Theil aus einem verticalen Messingcylinder und einem horizontalen engeren zweiten Messingcylinder, der quer an ersteren unten angelöthet ist; der horizontale Cylinder ist an jeder Seite mit je vier Löchelchen versehen, welche mittels kleiner Schraubekappen geöffnet und geschlossen werden können. Bezeichnen wir die Löchelchen nach der Figur von links nach rechts mit 1, 2, 3, 4 und die an der Rückseite liegenden in umgekehrter Reihenfolge mit 1', 2', 3', 4', so leuchtet ein, dass ein Oeffnen der Löcher 1, 1', 2 und 2' eine Drehung des Wasserrads im Sinne der Zeiger einer Uhr, und ein Oeffnen von 3, 3', 4 und 4' eine Drehung im umgekehrten Sinne bewirken wird. Ferner ist klar, dass wenn anstatt 1' das Löchelchen 2'

geöffnet wird und letzteres halb so weit von der Drehungsaxe entfernt liegt, beim Ausfluss eine Reactionskraft sehr nahe halb so gross zur Wirkung kommt. Ueberhaupt leuchtet ein, dass durch die verschiedenen Combinationen beim Oeffnen der Löcher verschiedene Drehkräfte sich äussern werden.

Auf dem Verticalcylinder des Wasserrads ist oben ein Messingtrichter aufgeschraubt, der an seinem unteren Ende von einem Querstück durchsetzt wird, an welchem, wie die Figur deutlich zeigt, die Klemme angebracht ist, mittels derer das Wasserrad an dem unteren Ende des Drahts suspendirt werden kann. Ist das Wasserrad bis zum Rande des Trichters mit Wasser gefüllt, so wirkt als Spannung des Drahts das Gewicht des ganzen Theils  $W$  incl. dem Gewichte des Wassers. Sollte dies Gewicht aber den Draht noch nicht genügend spannen, so können auf den Messingkreis  $a$  noch entsprechende Halbcylinder von Blei aufgesetzt werden, die den Verticalcylinder von  $W$  umschliessen.

Der Messingkreis  $a$  enthält nun auf seiner Oberfläche eine, ganze Grade zeigende, Kreistheilung und leuchtet ein, dass die Einstellung dieser Kreistheilung auf einen Normalindex es ist, was bei den Versuchen beobachtet und notirt werden muss. In welcher Weise man den Normalindex herstellen will, ist gleichgiltig. Ich habe ihn einfach so gebildet, dass ich vor dem Kreise  $a$  durch kleine Bleikugeln zwei verticale Fäden spannte, welche Fäden eine durch die Axe des Drahts laufende Visirebene markirten.

Die Haupteigenschaft, welche unser Apparat haben muss, besteht in der Fähigkeit, einen constant starken Wasserabfluss aus den Oeffnungen des Wasserrades zu liefern, und wird dies offenbar möglich einmal dadurch, dass man das Niveau des Wassers im Trichter von  $W$  constant erhält und dann dadurch, dass die Löchelchen in ihrem Lumen unverändert bleiben. Das letztere wurde bei den Versuchen dadurch erzielt, dass man, sobald ein Löchelchen geöffnet war, mit einem kleinen dünnen Fischbeinstäbchen ein paar mal durch dasselbe hin und her fuhr. Hatten sich etwa kleine Körperchen am Rande eingenistet, so wurden diese hierdurch beseitigt. Am besten erkannte man die Unveränderlichkeit dieser Ausflussöffnungen aus den Versuchen selbst. Denn es wurde, wenn plötzlich einmal eine wesentlich andere Einstellung sich zeigte, sofort der alte Stand wieder erreicht, sobald man mit dem Fischbeinstäbchen aufräumte.

Um aber ein sich gleichbleibendes Niveau der Flüssigkeitsdrucksäule zu erhalten, wurde das Gefäss  $G$ , nach dem Principe der Mariotte'schen Flasche, aus Zinkblech construirt. Damit der Draht in seiner Aufhängung nicht gestört wurde, gab ich dem Gefäss  $G$  einen ringförmigen Querschnitt und versah ihn ausserdem, wie die Figur zeigt, der Länge nach mit einer Oeffnung, um  $G$  erst aufsetzen zu können, wenn der Draht schon hing, oder auch um letzteren bequem suspendiren zu können, wenn  $G$  vorher aufgesetzt war. Zu diesem Ende war auch noch die kreisförmige Erweiterung von  $N$  mittels einer Laubsäge vorn durchschnitten worden. Die Fällung von  $G$  geschieht dadurch, dass man nach Lösung der Schraube  $n$  Wasser einfüllt, bis dieses aus dem Rohre  $e$  unten in den Trichter, also überhaupt in  $W$  fliesst. Die eigentlichen Abflusswege bilden aber die beiden, unten schief nach einander hinlaufenden, Röhrrchen, welche vom Boden des Gefässes  $G$  beginnen und durch die Hähnchen  $h$  geöffnet und geschlossen werden können. Die unteren Enden dieser Röhrrchen liegen etwa 1 Linie tiefer als die untere Oeffnung des Rohrs  $e$ . Fliesst demnach Wasser in  $W$ , so erreicht dessen Niveau zuerst die unteren Mündungen



der kleineren Röhrcchen, steigt dann über diese hinaus und erreicht etwas später die untere Mündung von  $e$ . Sobald dies geschehen, wird aber der Zutritt der Luft nach dem Raume über dem Wasser in  $G$  ( $n$  ist selbstverständlich wieder fest aufgeschraubt) abgeschnitten und das Einfließen nach  $W$  hin stockt, bis in Folge fortgesetzten Abflusses aus  $W$  die untere Oeffnung von  $e$  wieder frei wird; neues Wasser dringt durch  $h$  nach; das Niveau steigt wieder u. s. f. Dieses Spiel kann durch die gehörige Stellung der Hähnchen  $h$  so regulirt werden, dass sehr nahe eine gleiche Flüssigkeitsdrucksäule sich bildet. Die im folgenden mitgetheilten Beobachtungszahlen werden hierfür den besten Beweis liefern.

Wenn unter dem Einfluss der Drehkräfte das Wasserrad sich in Bewegung setzt, so würde es für das ganze System schwierig sein, hinreichend rasch eine neue Gleichgewichtsstellung zu erreichen, wenn nicht irgend ein Arretirungsmodus zur Anwendung käme. Dieser besteht darin, dass eine Zinkscheibe  $Q$  mittels eines Stiels und einer Schraube unten an  $W$  befestigt werden kann, welche Scheibe unter Wasser taucht, das im Zinkgefäss  $P$  sich befindet, und dessen Niveau über den oberen Rand von  $Q$  hinweg ragen muss. Da aber beim Abfluss aus  $W$  in dem Wasser von  $P$  sofort störende Strömungen entstehen würden, ist noch ein Blechconus  $v$  an drei Hacken zwischen dem Wasser in  $P$  und den Ausflussöffnungen von  $W$  aufgehängt. Die Ausflusststrahlen fallen demnach zunächst auf  $v$ , und fließt hierauf das Wasser langsam nach der Wand des Gefässes  $P$ , um hieran ebenso langsam nach unten zu fließen, ohne dass dann noch störende Bewegungen im Wasser von  $P$  entständen. Aus einem an  $P$  angebrachten Hahn kann man leicht das überflüssige Wasser entfernen. Will man das ganze System, namentlich wenn seine Schwingungsdauer bestimmt werden soll, ohne den Wasserwiderstand in  $P$  beobachten, so lässt man das Wasser aus dem untersten Gefäss ganz heraus.

Es versteht sich von selbst, dass, wenn man nur den Hauptzusammenhang der Methode vor einem Auditorium zeigen will, es genügt, einfach ein Segnersches Wasserrad an einem Draht an der Decke eines Zimmers aufzuhängen und ein passendes Auffanggefäss für Wasser auf den Fussboden zu stellen. Die Drehungswinkel wird man leicht anderweitig bestimmen können.

3. Ich gehe nun dazu über, eine Versuchsreihe, welche mit dem Apparate ausgeführt wurde, mitzutheilen. Da ich selbst viele Versuche schon angestellt hatte, so übernahm dies auf Wunsch einer meiner Praktikanten, Stud. L. Heuser. Geöffnet war hierbei blos ein Löffelchen von  $W$  und wurde so beobachtet, dass zunächst mehrmal hinter einander die abwechselnden Umkehrstellen  $R'$  abgelesen wurden, während das Löffelchen verschlossen war, und sodann die Umkehrstellen  $A'$ , welche eintraten, sobald Wasser ausfloss und das System um eine neue Ruhelage hin- und herpendelte. Die Beobachtung bei einer Länge des Drahts gleich 766 mm ergab Folgendes:

| $R'$ |                    | $A'$  |                       |
|------|--------------------|-------|-----------------------|
| 43,5 |                    | 354,0 |                       |
| 40,5 | 42,0               | 350,0 | 352,0                 |
| 43,0 | 41,75              | 352,0 | 351,0                 |
| 41,0 | 42,0               | 349,5 | 350,75                |
| 43,0 | 42,0               | 352,0 | 350,75                |
| 41,0 | 42,0               | 349,5 | 350,75                |
| 42,5 | 41,75              | 352,0 | 350,75                |
| 41,0 | 41,75              | 349,0 | 350,5                 |
|      | Mittel $R = 41,89$ |       | Mittel $A = 350,93$ . |

Betrachten wir einen solchen Beobachtungssatz etwas näher. Zunächst zeigt sich bei  $R$ , dass die Schwingungsamplituden rasch kleiner werden, entsprechend der Wirkung des Wasserwiderstands auf das Bleib  $Q$ . Es könnte demnach rationell erscheinen, den Werth  $R$  mit Hilfe des logarithmischen Decrements abzuleiten oder wenigstens nur aus den kleineren Werthen von  $R$  in gewöhnlicher Weise das Mittel zu nehmen. Die Unterschiede werden jedoch bei den verschiedenen Berechnungsweisen nicht erheblich sein, und ist die Berechnung des Ruhestandes  $R$  so, wie sie der Beobachter gemacht hatte, einfach beibehalten worden. Die Werthe für  $A$ , also die Elongationsgrenzen, nachdem das Löffelchen geöffnet ist, und die Kräfte sich in ein neues Gleichgewicht setzen wollen, werden ganz ähnlich wie für  $R$  rasch abnehmende Amplituden liefern. Doch liegt hier die Sache etwas anders. Denn jetzt haben wir, da ein ganz absolutes Gleichbleiben des Wasserniveaus und ein ganz absolut unveränderliches Ausströmen des Wassers nicht anzunehmen ist, kleine Variationen der, die Torsion bekämpfenden, Reaktionskraft anzunehmen, und es wird hier rationeller erscheinen, in gewöhnlicher Weise die Mittelwerthe abzuleiten.

Wie der vorliegende Beobachtungssatz waren im Ganzen zehn solcher erhalten worden und gebe ich die betreffenden Werthe von  $R$  und  $A$  nebst den hieraus nun abgeleiteten Differenzen  $A-R=D$ , sowie das aus den zehn Beobachtungssätzen schliesslich abgeleitete Schlussmittel  $D$ , d. h. die Anzahl der Torsionsgrade, die einer, fürs Löffelchen 1 in Betracht kommenden, Reaktionskraft entspricht. Die Resultate dieser zehn Sätze waren nun:

| $A$    | $R$   | $D$    |               |
|--------|-------|--------|---------------|
| 350,93 | 41,89 | 309,04 |               |
| 352,25 | 42,43 | 309,82 |               |
| 352,50 | 44,11 | 308,39 |               |
| 352,96 | 43,25 | 309,71 |               |
| 354,07 | 43,11 | 310,96 | $D = 310,57.$ |
| 354,96 | 43,86 | 311,10 |               |
| 356,07 | 43,43 | 312,64 |               |
| 355,93 | 44,14 | 311,79 |               |
| 353,79 | 42,68 | 311,11 |               |
| 354,46 | 43,32 | 311,14 |               |

In gleicher Weise ergaben zehn weitere Beobachtungssätze bei einer Drahtlänge gleich 612 mm im Mittel  $D = 250^{\circ},75$ , und endlich 5 Beobachtungssätze bei einer Drahtlänge von 499 mm im Mittel  $D = 203^{\circ},58$ .

4. Um hiermit das Verhältniss der Drehkräfte, wie es mit Hilfe von Schwingungsbeobachtungen gefunden werden kann, zu vergleichen, wurde bei den drei verschiedenen Längen  $L$  die Schwingungsdauer des ganzen Systems bestimmt, wobei das Wasser im Wasserrad verblieb, aber nachdem sowohl die Hähnchen  $h$  als auch das Löffelchen unten in  $W$  verschlossen waren und auch das Wasser aus  $P$  entfernt worden war. Die betreffenden Schwingungsdauern  $T$ , aus je drei Versuchen ermittelt, waren 17,375; 15,52 und 14,00 Secunden. Es ergab sich demnach folgende Zusammenstellung:

| $L$ | $D$    | $T$    | $T^2$   |
|-----|--------|--------|---------|
| 766 | 310,57 | 17,375 | 301,891 |
| 612 | 250,75 | 15,520 | 240,870 |
| 499 | 203,53 | 14,000 | 196,000 |

Da sich offenbar die Längen  $L$  direct wie die Torsionsgrade  $D$  und letztere auch direct wie die Quadrate von  $T$  verhalten müssen, so ergeben sich, wenn man die entsprechenden kleinsten Werthe von  $L$ ,  $D$  und  $T^2$  als Einheiten annimmt, folgende zusammengehörige Verhältnisszahlen:

| $L$    | $D$    | $T^2$  |
|--------|--------|--------|
| 1,5351 | 1,5259 | 1,5403 |
| 1,2264 | 1,2320 | 1,2289 |
| 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 |

Will man hieraus die Verhältnisszahlen der Torsionskräfte  $K_l$ ,  $K_d$ ,  $K_t$ , wenn man diese Kräfte einmal nach den Längen, dann nach  $D$ , d. h. nach meiner Methode, und dann nach  $T$ , d. h. nach den Schwingungsbeobachtungen zu bestimmen hat, ermitteln, so hat man offenbar die zusammengehörigen reciproken Werthe der je drei Zahlen zu bilden und erhält:

| $K_l$  | $K_d$  | $K_t$   |
|--------|--------|---------|
| 0,6514 | 0,6554 | 0,6492  |
| 0,8154 | 0,8117 | 0,8137  |
| 1,0000 | 1,0000 | 1,0000. |

## Graphischer Caliberprüfer.

Von  
Mechaniker **B. Pensky** in Berlin.

Der nachstehend beschriebene Apparat ist dazu bestimmt, die Gestaltfehler von Aräometer- und Alkoholometerspindeln leicht und mit Sicherheit automatisch zu verzeichnen, und ist das Maass seiner Genauigkeit dem für feinere Instrumente dieser Gattung vorhandenen Bedürfnisse angepasst. Doch ist er nicht minder zur graphischen Calibrirung jedes anderen cylindrischen oder prismatischen Körpers geeignet, welcher die Forderung erfüllen soll, dass gleichen Längen gleiche Volumina entsprechen und bei welchem mit hinreichender Sicherheit angenommen werden kann, dass seine sämmtlichen Querschnitte einander ähnlich sind. Für die Kreisform wird übrigens auch über diesen Punkt ein meist ausreichender Anhalt gewonnen. Die Wirkungsweise des Apparates beruht darauf, dass die Alkoholometerspindel, bezw. der Körper, dessen Calibrität untersucht werden soll, zwischen zwei parallele, auf einem Schlitten gelagerte Schneiden gebracht wird, deren Abstand während ihrer Verschiebung längs der Spindel durch ein Hebelwerk continüirlich und mit der erforderlichen Vergrößerung graphisch verzeichnet wird.

Der Apparat besteht aus einem prismatischen Bette  $B$  (Fig. 1), an dessen einer Stirnfläche unweit der Kante eine einfache Vorrichtung angebracht ist, mittels welcher das Alkoholometer parallel der Prismenführung festgelegt werden kann. Ein Schlitten  $S$ , der auf dem Bette  $B$  verschiebbar ist, trägt einen zu seiner Schubrichtung rechtwinkligen Schieber  $T$ , auf dessen vorderem Ende sich die eine der gehärteten verticalen Schneiden,  $s$ , befindet. Dieser beweglichen Schneide  $s$  gegenüber steht die andere ihr parallele Schneide  $s'$ , welche fest mit dem Schlitten  $S$  verbunden ist. Eine Plattenfeder  $F$ , welche mittels der Schraube  $i$  gespannt werden kann, drückt den Schieber  $T$  und damit die bewegliche Schneide  $s$  gegen die feste Schneide  $s'$ .

Die zwischen beide Schneiden gebrachte Alkoholometerspindel wird von einem kleinen horizontalen Steg von Messing unterstützt.

Zu dem die Uebertragung vermittelnden Hebelwerk gehört zunächst der Hebel *h*, dessen Drehaxe auf dem Schieber *T* gelagert ist. Zu möglicher Einschränkung der Reibungswiderstände ist die Axe an den Enden kegelförmig zugespitzt. Die Länge

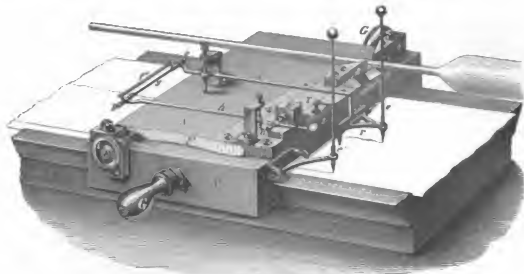


Fig. 1.

der im Verhältniss 1 : 10 stehenden Hebelarme ist durch je eine gehärtete Spitzschraube begrenzt, deren Spitze jedoch eine sphärische Abrundung von sehr geringer Krümmung erhalten hat. Die den kurzen Hebelarm begrenzende Schraube *a* legt sich gegen die gehärtete plane Fläche des Kopfes einer Schraube *s*, welche in einem auf der Schieberleiste befestigten, also mit dem Schlitten *S* fest verbundenen Klötzchen *k* verstellbar ist. Der dauernde Contact zwischen *s* und *a* wird durch die leichte Spiralfeder *f* gesichert. Die den langen Arm des Hebels *h* begrenzende Schraube *b* überträgt die Bewegung dieses Armes durch Vermittelung eines Stahlstäbchens *g* auf den kurzen Arm des zweiten Hebels *h'*, welcher mit einer analogen Spitzschraube *c* versehen ist. Die trichterförmig ausgeschliffenen Enden des Stahlstäbchens *g*, in welche sich die Spitzen der Schrauben legen, sind gehärtet; die innige und dauernde Berührung aller Theile ist durch die Spiralfeder *f* gesichert. Die Drehaxe des Hebels *h*, dessen Arme im Verhältniss 1 : 5 stehen, ist auf dem Schlitten *S* gelagert. Der lange Arm ragt frei über den Schlitten *S* hinaus, ist hier abwärts gebogen und gegabelt. Zwischen der Gabelung, in Spitzen drehbar, ist ein leichter Rahmen *r* mit einer Hülse angebracht, welche zur Aufnahme eines gut gespitzten weichen Bleistiftes *e* dient. Die Spitze des durch ein angemessenes Gewicht beschwerten Stiftes ruht auf einem Blatte Papier auf und zwar vermöge der Drehbarkeit des Rähmchens *r* auch bei nicht völliger Ebenheit des Papiers mit stets gleichem Drucke. Der Papierstreifen wird auf dem etwas vertieft ausgehobelten mittleren Theile des Bettes *B* durch einige herausragende Spitzen festgehalten.

Ein ähnliches Rähmchen mit Stift *e* ist an dem Schlitten befestigt, und zeichnet auf dem Blatte eine der Führung parallele gerade Linie, welche bei der Ausmessung der Curvenordinaten als Abscissenaxe dient. Sobald der Schieber *T* eine Bewegung macht, wird die Drehaxe von *h* mitgenommen, während das Ende des Schräub-

chens *a* seine Stellung beibehält. Infolgedessen führt der Endpunkt *b* des langen Armes von *h'* eine 10 Mal vergrösserte Bewegung von derselben Richtung wie der Schieber *T* aus. Denselben Weg macht *c*, wodurch schliesslich der Schreibstift *e* in einer der Schieberbewegung entgegengesetzten Richtung und zwar um den 50-fachen Betrag der Verschiebung von *T* bewegt wird. Um vor der Beobachtung den Hebel *h''* für sehr verschiedene Spindelstärken in die günstigste Stellung zu bringen, d. h. parallel zur Spindel zu richten, wird die Schraube *s''* in dem Klötzchen *k* verstellt.

Beim Gebrauch führt man den Schlitten *S* mittels der Handgriffe *GG* vorwärts, wobei die Schneiden längs der Spindel gleiten. Der Schieber *T* weicht bei Aenderungen des Spindeldurchmessers aus und bewirkt, dass der Stift *e* auf dem Blatte eine Curve zeichnet, deren Orlinatendifferenzen die Variationen des Durchmessers — streng genommen des Abstandes zweier parallelen Tangenten — in 50facher Vergrösserung darstellen.

Für den Erfolg der Prüfung ist die Art, wie das zu calibrirnde Instrument befestigt ist, von einiger Wichtigkeit. Die Spindel darf sich während des Durchganges weder drehen, noch längs ihrer Axe verschieben, dagegen ist nöthig, dass sie, wenn sie nicht ganz gerade ist, kleine Winkelschwankungen ausführen kann, um an der festen Schneide jederzeit sicher anzuliegen. Endlich muss sie von einem Durchgange zum anderen um gegebene, direct ablesbare Winkel gedreht werden können, damit ihr Caliber an beliebig vielen Stellen des ganzen Umfanges messend verfolgt werden kann. Die zur Festlegung der Spindel getroffene Einrichtung, welche allen diesen Bedingungen genügt, ist in Fig. 2 als Durchschnitt abgebildet. *a* ist ein conisch ausgedrehter Cylinder von Hartgummi, der mittels der Schraube *b* in der Hülse *c* verschoben werden kann und in welchem das Alkoholometer mit seiner unteren Spitze festliegt. Drei federnde Klammern *f* halten das durch einen übergeschobenen Gummiring geschützte Instrument mittels des Metallringes *r*. Die Hülse *c* erweitert sich aussen zu einer getheilten Scheibe und lässt sich in der Metallplatte *d*, welche an der Stirnfläche des Bettes *B* verstellbar angebracht ist, drehen. Die Grösse dieser Drehung, welche von dem eingespannten Instrument mitgemacht wird, kann an der Scheibe abgelesen werden.

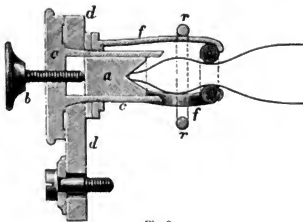


Fig. 2.

Da man mittels eines Glasgitters mit Millimeterlinirung, wenn der Strich fein genug ist, ohne Schwierigkeit Zehntel-, selbst Zwanzigstelmillimeter ablesen kann, so misst der Apparat unmittelbar die Schwankungen des Calibers mit einem Fehler von höchstens 0,002 mm. Die Genauigkeit, mit welcher der Stift bei Wiederholung der Operation dieselbe Bahn wieder beschreibt, ist eine entsprechende, d. h. sie ist so vollkommen, dass mit blossem Auge nicht die geringste Abweichung wahrgenommen werden kann. Die Erwartung, dass die Construction und Ausführung der Contacte und der Lagerungen für alle sich drehenden Theile ihrer Aufgabe

entsprechen würden, ist somit nicht vergeblich gewesen; bei noch stärkeren Uebersetzungsverhältnissen dürfte freilich ein gleicher Erfolg nicht unbedingt gesichert sein, da sich dann namentlich die Reibung am Schreibstift schon sehr störend bemerklich machen würde.

## Ueber Wägungen, Waagen und Gewichte.

Von

Dr. G. Schwirkus in Berlin.

### I. Der Einfluss der menschlichen Expirationsluft auf Wägungsergebnisse.

Gewichtsbestimmungen können bekanntlich keine genauen und namentlich keine untereinander übereinstimmenden Resultate geben, wenn man es unterlässt, die Veränderungen des Luftauftriebes dadurch zu eliminiren, dass man das Ergebniss der Wägung auf den leeren Raum oder wenigstens auf constante mittlere Luftdichtigkeit reducirt. Obwohl also über die Nothwendigkeit einer derartigen Reduction kein Zweifel herrscht, so sind doch die dabei wirksamen Fehlerursachen noch immer nicht genügend discutirt. Von einer der letzteren, welche, so verbreitet sie ist, der allgemeinen Aufmerksamkeit bisher entgangen zu sein scheint, soll nachfolgend die Rede sein.

Gewöhnlich geht man davon aus, dass die Wägungen in reiner atmosphärischer Luft stattfinden; der zur Ermittlung des Luftgewichtes und der Veränderungen desselben erforderliche Anhalt wird gewonnen durch Beobachtung des Barometer- und Thermometerstandes, sowie durch Messung des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft. Der natürliche Gehalt der reinen Luft an Kohlensäure wird, wenn man ihn überhaupt in Rechnung zieht, als constant und zwar zu 0,04 Volumenprocenten angenommen; es ist dies zulässig im Hinblick auf die sonstigen weit grösseren Unsicherheiten, mit denen die Bestimmung des Luftgewichtes und die Reduction auf den leeren Raum behaftet ist<sup>1)</sup>.

Wägungen finden jedoch fast niemals in reiner atmosphärischer Luft statt. Die Waagen sind stets in geschlossenen Räumen aufgestellt, welche zugleich dem menschlichen Aufenthalte dienen, sei es auch nur dem Aufenthalte des Beobachters selbst. Es ist daher die Frage, ob die durch die menschliche Ausathmung bedingte Veränderung der Zusammensetzung der Luft nicht unter Umständen von einer solchen Aenderung des Luftgewichtes begleitet ist, dass Wägungsfehler entstehen können. Allerdings wird die durch die menschliche Expiration verursachte Zunahme des Gehaltes der Luft an Kohlensäure, welche beträchtlich schwerer als Luft ist, grossentheils compensirt durch eine noch etwas grössere Abnahme des gleichfalls, wenn auch minder schwereren Sauerstoffs, sowie durch eine geringe Zunahme des leichteren Stickstoffs. Trotzdem zeigt sich, dass die Aenderung des Luftgewichtes immerhin nicht so gering ist, dass sie keine Beachtung verdiente; ja sie kann sogar in schlecht gelüfteten Räumen eine Grösse erreichen, welche die aller anderen Fehlerursachen weit übertrifft und ohne Zweifel schon oft die Ursache unerklärlicher Wägungsdifferenzen gewesen ist.

<sup>1)</sup> Vergl. hierüber W. Foerster, *Metronomische Beiträge* No. 1, Berlin 1870.

Die menschliche Expirationsluft enthält ausser Stickstoff, Sauerstoff und Kohlen- säure noch Spuren Ammoniaks und flüchtiger Kohlenwasserstoffe, welche hier zu vernachlässigen sind, sowie ganz oder nahezu gesättigten Wasserdampf. Ihre procentische Zusammensetzung lässt sich nur höchst unsicher angeben, weil der Gehalt an Wasser- dampf innerhalb sehr weiter Grenzen schwankt. Für den vorliegenden Zweck reicht jedoch die Kenntniss der Zusammensetzung der trockenen Expirationsluft hin, welche eine ziemlich sichere ist. Es ist sogar richtiger, nur damit zu rechnen, da der Feuchtigkeitsgehalt der Luft ohnehin bestimmt werden muss und nicht anzu- nehmen ist, dass der Fehler dieser Bestimmung durch den besonderen Ursprung eines Theils der Feuchtigkeit in irgend einer Weise vermehrt wird; von allen Fehlern der gewöhnlichen zur Ermittelung des Luftgewichtes dienenden Beobachtungen aber muss hier abgesehen werden.

Die trockene Expirationsluft hat nach Dammer<sup>1)</sup> folgende aus 34 Analysen im Mittel gefundene Zusammensetzung in Volumenprocenten:

|                       |        |
|-----------------------|--------|
| Kohlensäure . . . . . | 4,38,  |
| Sauerstoff . . . . .  | 16,03, |
| Stickstoff . . . . .  | 79,59. |

Dagegen ist die Zusammensetzung der reinen trockenen atmosphärischen Luft unter Annahme von 0,04 Kohlensäure:

|                       |        |
|-----------------------|--------|
| Kohlensäure . . . . . | 0,04,  |
| Sauerstoff . . . . .  | 20,96, |
| Stickstoff . . . . .  | 79,00. |

Es sind somit in der trockenen Expirationsluft 4,34 % Kohlensäure mehr, 4,91 % Sauerstoff weniger und 0,59 % Stickstoff mehr vorhanden, als in reiner trockener Luft. Nimmt also der Kohlensäuregehalt eines Raumes durch menschliche Expiration um  $\mathcal{A}k$  % zu, so nimmt — die Geschwindigkeit der Diffusion der ein- zelnen Gasarten bei so kleinen Quantitäten als gleich gross angenommen — gleich- zeitig der Stickstoffgehalt um  $\frac{0,59}{4,34} \cdot \mathcal{A}k$  % zu, dagegen der Sauerstoffgehalt um  $\frac{4,91}{4,34} \cdot \mathcal{A}k$  % ab. Wird nun das Gewicht der Volumeneinheit Kohlensäure nach Regnault zu 1,988, das des Sauerstoffs zu 1,430, das des Stickstoffs zu 1,256 an- genommen, so ergibt sich für die procentische Aenderung  $\mathcal{A}\gamma$  des Gewichtes einer Volumeneinheit der Wägungsluft der Ausdruck:

$$\mathcal{A}\gamma = \mathcal{A}k \left( 1,988 + \frac{0,59}{4,34} \cdot 1,256 - \frac{4,91}{4,34} \cdot 1,430 \right),$$

d. h.

$$\mathcal{A}\gamma = 0,541 \mathcal{A}k.$$

Die Bedeutung dieser Gleichung mögen einige Beispiele darthun. In der Veni- lationspraxis wird nach neueren Erfahrungen ein Mehrgehalt der Luft an Kohlen- säure von 0,11 % noch als zulässig und der Gesundheit nicht nachtheilig bezeichnet, und diese Zahl der Berechnung der Ventilationsanlagen zu Grunde gelegt; gleichzeitig wird aber übereinstimmend versichert, dass diese Grenze bisher nirgends innege-

<sup>1)</sup> Dammer, Chemisches Wörterbuch, S. 101 ff. Die Analysen rühren wahrscheinlich von Vierordt her, vergl. Degen, Prakt. Handbuch für Einrichtungen der Ventilation und Heizung S. 121.

halten sei. Wird trotzdem angenommen, dass im Wägungsraum der Gehalt an expirirter Kohlensäure niemals ein höherer sei, so würde der von der Unreinheit der Luft herrührende Wägungsfehler z. B. bei Vergleichung eines Platin- mit einem Messingkilogramm, wo die Differenz der aerostatischen Auftriebe rund 90 mg beträgt, bis zu  $0,0054 \cdot 0,11 \cdot 90 = 0,054$  mg ansteigen können, bei der eines Platin- mit einem Bergkrystallkilogramm, wo die Differenz der Auftriebe gegen 400 mg beträgt, sogar bis zu 0,24 mg. Man sieht also, dass man selbst unter dieser günstigsten Annahme bei Vergleichungen von Körpern mit sehr verschiedenem specifischen Gewicht nur gerade hoffen darf, keine grösseren Fehler zu begehen, als sie der Beobachtung aus anderen Gründen schon anhaften. In schlecht gelüfteten Räumen, welche einer grösseren Anzahl von Menschen zum Aufenthalte dienen, kann der Fehler dagegen die berechneten Beträge um das zehnfache und darüber überschreiten<sup>1)</sup>.

Einen ganz ähnlichen Einfluss übt übrigens jede künstliche Beleuchtung aus, mit Ausnahme des elektrischen Lichtes und der noch wenig in Gebrauch gekommenen Einrichtungen, bei welchen für die Verbrennungsgase besondere Abzüge vorhanden sind.

Für allerfeinste Gewichtsbestimmungen, z. B. diejenigen der Copien des Urge- wichts, würde die obige Annahme, dass der von der Expiration herrührende Fehler jedenfalls kleiner bleibe, als der Wägungsfehler selbst, nicht mehr zutreffen, und wenn sie zuträfe, würde man sich damit nicht begnügen können. Hier ist vielmehr die Grenze, welche man innezuhalten wünschen muss, diejenige, bei der die Unsicherheit der Regnault'schen Bestimmung des Luftgewichtes, welche letztere jetzt ziemlich allgemein als gültig angenommen wird, durch den neuen Fehler nicht ernstlich, z. B. nicht weiter als um 5 Einheiten der folgenden Decimale erhöht wird. Der wahrscheinliche Fehler dieser Bestimmung aber, wie er sich aus den Regnault'schen Beobachtungen selbst ableiten lässt, ist von Foerster<sup>2)</sup> auf etwa sieben Ein-

<sup>1)</sup> Vergl. hierüber die Angaben von Dammer (a. a. O.) und anderen über die Grenzen, bis zu denen die Luftverschlechterung in bewohnten Räumen zunehmen kann.

<sup>2)</sup> A. a. O. S. 5. In dieser Zahl ist, wie sich im Hinblick auf ihren Ursprung von selbst versteht, keiner der systematischen Fehler enthalten, mit denen die Ergebnisse der Regnault'schen Untersuchungen möglicherweise noch behaftet sind. Namentlich ist in ihr die Einwirkung der natürlichen Veränderlichkeit in der Zusammensetzung der atmosphärischen Luft nicht oder jedenfalls nicht genügend ausgedrückt, eine Fehlerursache, deren bereits Regnault selbst Erwähnung thut und die neuerdings namentlich von Ph. v. Jolly (Abhandl. d. K. Bayer. Akad. d. Wissensch. II. Cl. XIII. Bd. II. Abth. S. 51) als unzweifelhaft vorhanden nachgewiesen worden ist. Ans den von Jolly beobachteten natürlichen Schwankungen des Sauerstoffgehaltes der Luft (im Mittel 0,14 %) liesse sich, wenn man die Münchener atmosphärischen Verhältnisse auch anderwärts gelten lässt, für jede Bestimmung des Luftgewichtes ein partieller wahrscheinlicher Fehler von etwa 160 Einheiten der 6. Decimale ableiten, wobei noch zu bedenken wäre, dass auch die Constante des Luftgewichtes von den beiden Beobachtern abweichend bestimmt worden ist, da die Mittel ihrer Bestimmungen des Luftgewichtes nach Reduction auf die nämliche Höhe und geogr. Breite erheblich verschieden bleiben. Die ans der natürlichen Veränderlichkeit der Zusammensetzung der Luft entspringende Unsicherheit ist also keineswegs zu unterschätzen, wenn sie auch in dem obigen einfachen Beispiele, wo ein näheres Eingehen auf diese immerhin noch nicht spruchreife Frage zu weit führen würde, ausser Acht gelassen werden konnte. Dass sie überhaupt erwähnt wurde, geschah, um einmal den directen Vergleich des Einflusses beider Fehlerursachen, von denen die eben erwähnte die weniger wirksame, aber auch viel schwieriger einzuschränkende ist, zu ermöglichen, dann aber auch dem Einwurf vorzubeugen, als sei bei der Hervorhebung der einen von ihnen das Vorhandensein der anderen übersehen worden.



heiten der fünften Decimale veranschlagt worden. Soll dieser Werth durch den Einfluss der menschlichen Expiration nicht um mehr als fünf Einheiten der sechsten Decimale vergrössert werden, so darf der diesem Einfluss entsprechende Fehler in der Quadratsumme den Betrag von 725 Einheiten der 12. Decimale, an sich also den Betrag von 27 Einheiten der 6. Decimale oder  $0,0021\%$  des Luftgewichtes selbst nicht überschreiten. Dies entspricht einer zulässigen Maximalschwankung des Gehaltes der Wägungsluft an expirirter Kohlensäure von nur  $0,004\%$ , eine Grenze, welche auf keine Weise innegehalten werden kann, da die hierzu nöthige beständige Lüfterneuerung von solchem Umfange sein müsste (schon für einen Beobachter bei stationären Verhältnissen etwa 550 cbm frische Luft pro Stunde), dass sie, wenn überhaupt, jedenfalls nicht ohne neue und grössere Gefahren für die Beobachtung selbst zu etabliren wäre.

Bei dieser Sachlage tritt die ausserordentliche Bedeutung der Waagen im luft-abgeschlossenen Raume, wie sie neuerdings bei den vornehmsten metrologischen Instituten in Gebrauch gekommen sind, augenfällig hervor. Bei diesen ist man nämlich in der Lage, den Waagenbehälter mit gereinigter Luft zu füllen, d. h. solcher, welche von Kohlensäure und Wasserdampf bis auf unschädliche Spuren befreit ist. Der grösste Vortheil ist hierbei zunächst die Ausscheidung desjenigen Elementes, welches zu den allgemeinen Unsicherheiten der Bestimmung des Luftgewichtes am meisten beiträgt, nämlich des Wasserdampfes; ausserdem aber wird auch der vorstehend erörterten Fehlerquelle sicher ausgewichen. Man würde jedoch einen grossen Fehler begehen, wenn man durch die zur Absorption von Feuchtigkeit und Kohlensäure dienenden Röhren hindurch einfach Luft aus dem Beobachtungsraume in den Waagenbehälter treten liesse, vielmehr muss die Luft durch ein eigens angelegtes Schöpfrohr aus dem Freien eingesogen werden. Unterliesse man dies, so würde man, wie ein Blick auf die Formel lehrt, den Fehler nicht nur nicht verkleinern, sondern in Folge der in den Waagenbehälter eintretenden anomalen Mischung von Sauerstoff und Stickstoff fast verdreifachen. Selbstverständlich ist hier nicht die Rede von Wägungen in stark verdünnter Luft, bei welchen alle Fehler der besprochenen Art fast beliebig eingeschränkt werden können. Dieselben konnten ausser Acht bleiben, weil sie trotz dieser günstigen Sachlage und wiewohl sie bei der Construction der modernen Vacuumwaagen hauptsächlich ins Auge gefasst worden sind, aus anderen Gründen, wohin eine Reihe von molecularen Fragen und die Schwierigkeiten der Bestimmung des Nettovolumens der meisten Körper zu rechnen sind, zur Zeit noch nicht die Bedeutung erreicht haben, wie die Beobachtungen in der Nähe des Atmosphärendrucks.

## II. Eine neue Schneidenbefestigung.

Die Lösung der Aufgabe, die Befestigung der Schneiden einer Waage mit ihrer Justirbarkeit zu verbinden, bietet viele und grosse Schwierigkeiten dar. Die bekannten Einrichtungen dieser Art sind denn auch mit wenigen neueren Ausnahmen noch immer so mangelhaft, dass der Standpunkt vieler Waagenverfertiger, welche unter Vermeidung aller besonderen Justirungseinrichtungen die Schneiden fest in den Balken einlassen und erst nach erfolgter Befestigung gerade und parallel schleifen, keineswegs ganz unberechtigt genannt werden kann. Denn bei den meisten justirbaren Befestigungen werden Zug- oder Druckschrauben angewendet, welche sämt-

lich oder doch zum Theil direct auf den Schneidenkörper wirken und erfahrungsmässig sehr häufig Biegungen und Verzerrungen der Schneide verursachen. Aber selbst, wo dies vermieden wird, ist fast niemals der weiteren Bedingung genügt, dass jede einzelne der zum Zweck der Justirung etwa nöthigen kleinen Verschiebungen oder Drehungen der Schneide unabhängig von der anderen und mit Feinbewegung geschieht, obwohl, wo diese Bedingung nicht erfüllt ist, von einer wirklich vollkommenen Justirung der Schneiden kaum die Rede sein kann.

Eine in der Hauptsache völlig gelungene Lösung der Aufgabe ist die im Bericht über d. wissenschaftl. Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung i. J. 1879, S. 192, erwähnte Neuerung des Mechanikers Stückrath in Berlin, welcher die Schneide zwischen zwei mittels Feinbewegung verstellbaren Keilen von derselben Länge wie die Schneide festklemmt. Jede Deformirung der Schneide durch die Befestigung selbst ist ausgeschlossen, und auch der zweiten Bedingung, bezüglich der Justirungsbewegungen, ist fast vollständig entsprochen. Nur setzt sie eine sehr gute Vorjustirung voraus, indem, wie auch a. a. O. bereits erwähnt ist, die zum Zweck der letzten Justirung auszuführenden Verrückungen zum Theil nur innerhalb enger Grenzen zulässig sind.

Zum besseren Verständniss des unten folgenden weitergehenden Vorschlages wird es nöthig sein, auf die Stückrath'sche Schneidenbefestigung mit einigen Worten zurückzukommen. Wie aus der in Fig. 1 gegebenen Darstellung derselben hervorgeht,

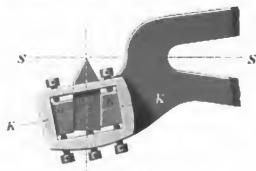
Fig. 1 ( $\frac{1}{2}$  nat. Gr.).

Fig. 2.

werden die Widerlager für die Keile durch einen in das hohleylindrische Schneidenlager eingeschobenen Ring gebildet; der untere Theil des Schneidenkörpers ist parallelepipedisch geformt. Jeder der beiden Keile kann mittels zweier Zugschrauben fein verstellt werden. Unter der Schneide liegt noch ein dritter Keil mit schwachem Anzug, um die Schneide parallel mit sich selbst heben und senken zu können.

Bevor die Stückrath'sche Einrichtung auf die Ausführbarkeit der Bewegungen geprüft wird, deren die Schneide in ihrer Lagerung zu Justirungszwecken fähig sein muss, mögen diese Bewegungen näher definirt werden. Man kann dieselben sämmtlich auf folgende Grundbewegungen zurückführen: 1) geradlinig fortschreitende Bewegungen (Translationen) nach zwei zu einander senkrechten Richtungen, nämlich von oben nach unten und von rechts nach links; 2) Drehungen um zwei zu einander senkrechte Axen, nämlich eine verticale Axe und eine zur horizontalen Längsrichtung des Balkens parallele Axe. Von den noch übrig bleibenden dritten Bewegungen, nämlich der Translation senkrecht zur Ebene des Balkens und der Drehung um eine zur Balkenebene senkrechte Axe, kann abgesehen werden, da man sie zu Justirungszwecken nicht braucht.

Man sieht nun sofort, dass die beiden Translationen, die erste durch blosser Verschiebung des Unterlagskeils, die zweite durch Hebung des einen und Senkung des anderen Seitenkeils parallel mit sich selbst, leicht und sicher ausgeführt werden können. Zur Ausführung der ersten der beiden Drehungen, derjenigen um eine verticale Axe, wird der eine Keil vorn angezogen und hinten gelüftet, der andere hinten angezogen und vorn gelüftet. Bleibt diese Bewegung innerhalb mässiger Grenzen, so behalten die der Schneide zugekehrten Keilflächen, wie durch eine allerdings ziemlich umständliche mathematische Entwicklung dargethan werden kann, ihre ursprüngliche gegenseitige Lage bis auf Grössen zweiter Ordnung bei; die Schneide liegt also nach wie vor zwischen parallelen Flächen. Wird jedoch eine gewisse Grenze überschritten, so hört die Parallelität der klemmenden Flächen und damit der Hauptvortheil der Keilbefestigung auf. In richtiger Erkenntniss dieses Umstandes hat Stückrath den Keilen einen ziemlich starken Anzug gegeben. Da nämlich, wie sich gleichfalls beweisen lässt, die der Schneide ertheilte Drehung sehr nahezu gleich der den Keilen ertheilten, multiplicirt mit dem Sinus des Keilwinkels, ist, so kommt man mit um so geringeren Keildrehungen aus, je stärker der Anzug der Keile ist.

Zu Drehungen der Schneide um die horizontale Axe wird ein Seitenkeil gelöst und die Neigung der Schneide entweder durch Abschleifen des Unterlagskeils oder einfaches Unterlegen abgeändert, worauf der Seitenkeil wieder angezogen wird. Hier fehlt also die Feinbewegung; indess könnte, wie weiter unten ersichtlich werden wird, diesem kleinen Mangel leicht abgeholfen werden.

So geringfügig hiernach die Uebelstände sind, welche der Stückrath'schen Befestigung anhaften und welche ihren hohen Werth in keiner Beziehung in Frage stellen, so könnten sie sich doch bei ungenügender Vorjustirung störend bemerkbar machen; ich beschäftigte mich daher im Verlaufe ihrer mir obliegenden Prüfung mit der Frage, ob es nicht eine andere Combination gäbe, welche davon ganz frei wäre. Ich glaube eine solche in der nachfolgenden gefunden zu haben.

Auf der Abbildung (Fig. 2) bedeutet  $SS$  die Verbindungslinie der 3 Schneiden;  $a$  und  $b$  sind zwei gleichwinklige Keile, welche den auch hier mit parallelen Seitenflächen versehenen Schneidenkörper festhalten und mit ihren abgewandten Flächen an den gleichfalls parallelen Seitenflächen des prismatisch geformten Schneidengehäuses anliegen. Oben ist das letztere so weit rechteckig ausgeschnitten, dass die Schneide aus der Oeffnung frei herausragen kann. Man sieht sofort, dass man bei dieser Anordnung nach Belieben entweder die Schneide zwischen den ruhenden losen Keilen um  $SS$ , oder Schneide und Keile zusammen zwischen den parallelen Seitenflächen des Schneidengehäuses, also um eine zu diesen Flächen senkrechte Axe  $KK$  drehen kann, ohne dass der vollkommene Schluss aller Flächen verloren zu gehen braucht. Die Axe  $KK$  schliesst also mit  $SS$  den Keilwinkel ein. Auf jeden Keil wirken von oben und von unten je 2 Druckschrauben; ausserdem stossen gegen die Schneide von unten 2 Stellschrauben, welche jedoch nicht zur Befestigung dienen, sondern nur den Zweck haben, die Schneide bei dem Anziehen der Keile zu stützen, ferner die Hebung und Senkung der Schneide, sowie deren Drehung um eine zu  $SS$  parallele Axe mit Feinbewegung ausführen zu lassen. Dieselben würden auch bei der Stückrath'schen Construction mit Nutzen verwendbar sein.

Die Handhabung der Einrichtung zu Justirungszwecken ist folgende: Jede

einzelne Bewegung wird damit eingeleitet, dass man einen der Keile, z. B. *a*, läftet, indem man erst die oberen, dann die unteren Schrauben um gleiche Amplituden dreht, wodurch er parallel mit sich selbst emporgehoben wird. Hierbei wird die Schneide zuerst gleichfalls durch die Reibung emporgehoben werden, bald jedoch frei niedersinken und sich auf ihre Stützschauben aufstellen. In dieser Situation kann man die Schneide jede der beiden Translationen ausführen lassen, indem man den Keil *b* hebt oder senkt, bezw. die Stützschauben um gleiche Amplituden dreht. Ferner kann man mittels der Stützschauben Drehungen um eine zu *SS* parallele *Axe* bewirken. Reichen diese Bewegungen zur Justirung hin, so wird der Keil *a* wieder angezogen und die Schneide ist in der gewünschten Stellung befestigt; anderenfalls muss sie noch um eine verticale *Axe* gedreht werden. Dies bewirkt man dadurch, dass man den beiden Keilen zusammen eine Drehung um eine zu *KK* parallele *Axe* ertheilt, indem man entweder alle hinteren oder alle vorderen Keilschrauben um genau gleiche Beträge dreht. Die Schneide macht alsdann, da sie lose ist und jedenfalls auf ihren Stützschauben stehen bleibt, die ganze Drehung um *KK* nicht mit, sondern führt nur die beabsichtigte um eine verticale *Axe* aus. Auch hier ist die Theildrehung der Schneide gleich der Gesamtdrehung, multiplicirt mit dem Sinus des Keilwinkels.

Die Manipulationen bei der Justirung sind also ungemein einfache; der einzige Umstand, dessen Beachtung Sorgfalt erfordert, ist die Erhaltung des Parallelismus der Keile. Diese Schwierigkeit ist jedoch keine unüberwindliche, wie die mit bestem Erfolge bereits ausgeführte Stückrath'sche Anordnung zeigt, bei welcher sie gleichfalls vorhanden ist. Auch könnte leicht eine Einrichtung getroffen werden, um den Parallelismus der Keile durch mechanischen Zwang zu sichern oder durch directe Messung zu controliren.

### Kleinere Mittheilungen.

#### D'Arsonval's Wärmeregulator und Calorimeter zur Ermittlung der thierischen Wärme.

In „Physiologie expérimentale, travaux du laboratoire de M. Marey, année 1878—1879“ theilt A. d'Arsonval seine Methode zur Messung der thierischen Wärme mit; er bediente sich zur Ermittlung der Wärmemenge, welche von Thieren unter verschiedenen Umständen entwickelt wird, eines nach einem neuen Principe construirten Calorimeters. Anstatt die Erwärmung des Wassers zwischen den Wänden des Metallgefässes zu messen, in welchem das Thier sitzt, bestimmt d'A. die Menge von eiskaltem Wasser (von 0°), welche durch den Wassermantel des Calorimeters hindurch getrieben werden muss, um die Temperatur des letzteren constant zu erhalten. Um das Calorimeter auch noch unabhängig von seiner Umgebung zu machen, stellt er es in eine grössere Kammer, deren Temperatur mit Hilfe eines eigenthümlichen Regulators constant gehalten wird. Dieses Aussengefäss ist nämlich ebenfalls mit doppelten Wänden versehen, zwischen denen Wasser sich befindet, das durch ein Schlangenrohr erwärmt wird. Die Schlange wird fortwährend von Dampf durchströmt, den ein nebenbei befindlicher Gaskocher erzeugt; das erwärmte Wasser selbst regulirt aber die Flamme des Gaskochers mittelst folgender Vorrichtung: Das mit dem erwärmten Wasser angefüllte Gefäss communicirt durch ein Rohr mit dem Boden eines kleinen Kastens, der in die Gasleitung eingeschaltet ist. Ueber der am Boden des Kastens befindlichen Rohrmündung ist eine Membran ausgespannt. Das Gaszuleitungsrohr endet in sehr geringem Abstand von dieser

Membran und der Mitte derselben gegenüber; an der Seite des Kästchens führt ein zweites Rohr das Gas der Kochflamme zu. Sobald nun das Wasser im Mantel der Aussenkammer erhitzt ist, dehnt es sich aus und treibt, da alle anderen Theile des Apparats fest sind, die Membran in die Höhe, wodurch die Gaszuleitungsöffnung verengt und demgemäss die Kochflamme verkleinert wird. Bei einer gewissen genau zu regulirenden Temperatur dehnt sich die Membran so weit aus, dass das gegenüberstehende Gaszuleitungsrohr ganz abgesperrt wird; eine Nebenleitung führt dann der Flamme noch so viel Gas zu, dass sie nicht ganz erlischt.

Die Regulirung des Wasserzufflusses zum Calorimeter wird durch eine ähulich eingerichtete Vorrichtung besorgt. Hier wird in den Wassermantel von seinem Boden her Wasser von 0° eingeleitet, das am Kopfe des Mantels wieder abfließt, sobald es über die festgesetzte während des Versuches constante Temperatur erwärmt worden ist<sup>1)</sup>. Das abfließende Wasser gelangt in ein Gefäss, in dem sich ein Schwimmer befindet, der endlich graphisch die Menge des abgeflossenen Wassers registriert. Um die Constanz der Temperatur des Wassermantels zu erreichen, ist der obere Theil des letzteren durch ein mit Petroleum gefülltes Schlangrohr durchsetzt; das Petroleum nimmt die Temperatur des Wassermantels an und bewirkt zugleich die Regulirung des Zufflusses von kaltem Wasser. Zu diesem Behufe ist in die Ableitung des Wassers unmittelbar hinter dem Austritt des letzteren aus dem Calorimeter ein Regulator eingeschaltet, welcher dem oben erwähnten Gasregulator gleicht, dessen Membranbewegung durch die Temperatur des Petroleums bedingt wird. Letzteres wölbt Membran, sobald das Calorimeter zu warm geworden ist. Mit der Membran wird ferner hier ein kleines nach oben sich öffnendes Kegelventil, das mit ihr verbunden ist, angehoben und dadurch der Zufluss des aus dem Calorimeter von oben her in den Regulator einströmenden Wassers mehr oder weniger geöffnet. Das Wasser fließt seitwärts aus dem Regulator wieder ab und gelangt in das Registrirgefäss. Das aus dem Calorimeter abgeflossene Wasser wird durch kaltes von unten nachströmendes ersetzt und damit die Temperatur des Wassermantels sofort wieder erniedrigt.

Nach Angabe des Verf. soll diese Einrichtung eine sehr genaue und continuirlich (nicht stossweise) fungirende Regulirung gestatten.

### Ueber phosphorescirende Oberflächen.

Die phosphorescirende Eigenschaft mancher Körper hat neuerdings auch nach praktischer Richtung hin erheblich an Bedeutung gewonnen. Es giebt bekanntlich zwei Arten der Phosphorescenz, von denen die eine — wie das Leuchten des Phosphors und gewisser verwesender vegetabilischer Stoffe — auf einem chemischen Vorgange beruht und als zur praktischen Verwendung nicht geeignet hier ausser Betracht bleibt. Die andere Art der Phosphorescenz, die der Erscheinung der Fluorescenz nahe verwandt ist, wird durch Insolation, d. h. durch vorhergegangenes Bestrahlen mit Sonnenlicht hervorgerufen und kommt vielen festen Körpern den sog. Lichtsaugern, zu. Das von ihnen bei der Bestrahlung eingesogene Licht wird im Dunkeln — je nach der chemischen Beschaffenheit des phosphorescirenden Körpers, röthlich, bläulich oder grünlich — wieder ausgestrahlt; man kann diese Erscheinung des Selbstleuchtens schon an einem Streifen weissen Papiers wahrnehmen, und sehr bekannt ist auch das Nachleuchten des Diamants, Rubins und mancher anderen Edelsteine. Sehr viele Körper sind „Lichtsauger“, allein die Dauer des Nachleuchtens ist bei den meisten so gering, dass sie nur mit Hülfe des von Edm. Becquerel ersonnenen Phosphoroskops beobachtet werden kann und eine praktische Verwendung nicht zulässt.

Die erste Entdeckung der Phosphorescenz scheint ein Alchymist, der 1602 in Bologna lebte, gemacht zu haben, als er bei seinen Versuchen, Gold mit Hülfe von Bariumsulfat (schwefelsaurem Baryt) zu gewinnen, zufällig Bariumsulfid (Schwefelbarium), welches selbst-

<sup>1)</sup> Weshalb d'A. diesen Gang des Wasserdurchflusses gewählt hat und durch welche Vorrichtung die bei seiner Anordnung nöthige Durchrührung der Flüssigkeit bewirkt wird, ist aus dem Original nicht zu ersehen.

leuchtend ist, erhielt. Später, in der Mitte des vorigen Jahrhunderts, gelang es John Cranton<sup>1)</sup> durch Glühen von Austerschaalen mit Schwefel ein Calciumsulfid zu erzeugen, welches die Fähigkeit der Phosphorescenz in weit höherem Grade als alle bis dahin bekannten Körper besass. Eine eingehendere Untersuchung der chemischen und physikalischen Eigenschaften der Lichtsauger wurde zuerst von Edm. Becquerel ausgeführt. Als wirksamste Lichtsauger erwiesen sich die Sulfide der Erdmetalle Calcium, Barium und Strontium, jedoch zeigten verschiedene Präparate, obwohl von genau derselben chemischen Zusammensetzung je nach der Art ihrer praktischen Herstellungsform ein überaus verschiedenes Vermögen in Bezug auf die Dauer des Selbstleuchtens als auch auf die Intensität und Farbe des von ihnen reflectirten Lichts. Becquerels Freund und Studiengenosse, Balmain, setzte diese Untersuchungen fort und gelangte dahin, ein phosphorescirendes Product herzustellen, welches wegen seiner Form eine überaus vielseitige praktische Verwendbarkeit gestattet. Der Stoff besteht aus einem feinen weissen Pulver, welches mit irgend einem Bindemittel, als Wasser, Oel u. s. w. angerieben zum Anstreichen beliebiger Flächen Verwendung finden kann. Um die Flächen vor zerstörenden äusseren Einwirkungen zu schützen, werden dieselben, wo angingig, mit einer Glasplatte bedeckt. Die Leuchtkraft solcher Flächen ist eine ganz bedeutende; selbst wenn man den Anstrich nur einige Zeit dem zerstreuten Tageslicht ausgesetzt hat, zeigt er noch nach 17 bis 18 Stunden eine Leuchtkraft, die ihn in der Dunkelheit noch sehr deutlich sichtbar macht. Im Seewesen hat dieser Stoff zum Anstreichen der in offener See gelegten Tonnen und Bojen Verwendung gefunden. In England gemachte Versuche geben das Resultat, dass selbst bei stürmischer Nacht solche Tonnen auf 90 m Entfernung und darüber leicht erkennbar waren. Auch im Eisenbahnwesen hat schon eine mehrfache Anwendung der Balmain'schen Masse Platz gegriffen, z. B. zum Beleuchten der Gradientenzeiger, der Nummern der Wärterhäuser, der Coupés bei Tunneldurchfahrten u. a. m.

Leider stellte sich der Verbreitung dieses so nützlichen und vielseitigster Verwendung fähigen Stoffes anfänglich sein hoher Preis entgegen; die Patentbesitzer, Ihlee & Horne, 31 Aldermanbury in London, verkauften 0,5 kg zu 29 M. Es hat deshalb auch nicht an Bemühungen gefehlt, einen ähnlichen Stoff herzustellen. So haben sich Prinz T. P. von Sagan, W. F. Mac Carty und E. Peiffer in Paris folgendes Verfahren zur Herstellung der leuchtenden Pulver patentiren lassen (D.R.P. N. 6693 vom 14. Jan. 1879). 100 Th. kohlenaurer und phosphorsaurer Kalk, welcher durch Glühen von Muscheln, namentlich der Tridama und Sepia erhalten wurde, werden mit 100 Th. gebranntem Kalk gemischt, dann 25 Th. calcinirtes Seesalz und 25 bis 50% der ganzen Masse Schwefel, endlich 6 bis 7% eines Farbstoffes, bestehend aus einer Schwefelverbindung von Calcium, Barium, Strontium, Magnesium, Aluminium oder Uran, zugesetzt und dieses Gemenge mit einem Firniss gemischt aufgetragen. Diese Pulver haben zur Beleuchtung von Bojen, Compassen, Barometern, Schildern und dergl. Anwendung gefunden. Auch Gegenstände aus Papierbrei, künstlichem Elfenbein und dergl. können mit dieser Masse belegt werden. Unter dem Einflusse eines elektrischen Stromes sollen einige der Pulver, namentlich bei Vermischung mit Metallpulver, besonders stark phosphoresciren.

Neuerdings beginnen die phosphorescirenden Präparate auch in Deutschland allenthalben Eingang zu finden, und selbstleuchtende Gegenstände verschiedenster Art werden von vielen Firmen in den Handel gebracht. Die Masse selbst, und zwar die ächte Balmain-, bezw. Ihlee & Horne'sche, ist u. A. von G. Polack in Berlin zu dem ermässigten Preise von 22 M. für das halbe kg zu beziehen. Sie leuchtet, wie Ref. selbst erprobte, 15—20 Stunden nach und ist vollständig hart und wetterfest, braucht also auch keinen schützenden Glasüberzug, wie die älteren Präparate dieser Art. WZ.

<sup>1)</sup> Wir entnehmen diese und einen Theil der folgenden Daten einem Vortrage des Herrn Geh. Reg. Rath M. M. von Weber, gehalten im Verein für Eisenbahnkunde. Siehe Abdruck in Glasers Annalen für Gewerbe und Bauwesen, Bd. 8, S. 78 ff.

### Knudsen's Pincenez für vorstehende Augen.

Für Personen mit stark hervorstehenden Augen oder flachen Nasen ist das Tragen der gewöhnlichen Pincenez mit der bekanntlich sehr lästigen und auf die Dauer den Augen schädlichen Unbequemlichkeit verbunden, dass die Augenwimpern an die Gläser anstossen. Um dies zu vermeiden, sind bei dem von Cornelius Knudsen in Kopenhagen construirten Pincenez die Gläser nicht wie gewöhnlich in eine Ebene mit den die Feder tragenden Bügeln gelegt, sondern 3—4 mm davor befestigt.

## Vereinsnachrichten.

**Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik.** Sitzungen vom 1. und 15. Februar. Vorsitzender: Herr Dörrfel.

In der Sitzung am 1. Februar hielt Herr Dr. Horstmann einen Vortrag über Farbenblindheit und erläuterte die zur Untersuchung derselben angewandten Apparate. Ein Referat über diesen Vortrag wird vorbehalten.

Die dem Verein auf der Fischerei-Ausstellung zuerkannte goldene Medaille nebst Diplom wurden vorgelegt.

In der Sitzung am 15. Februar machte Herr Pensky Mittheilungen über die Veränderlichkeit der Quecksilberthermometer. Temperaturmessungen mit weitgehender Genauigkeit auszuführen, sei sehr schwierig wegen der durch die Natur des Glases bedingten Veränderlichkeit der zu benutzenden Thermometer. Die sogenannten Fixpunkte der letzteren, der Eispunkt und der Siedepunkt, entsprechen nämlich nicht fortdauernd denselben Punkten der Capillare; das Ende des Quecksilberfadens bei der Temperatur des schmelzenden Eises und bei der des Dampfes von unter mittlerem Atmosphärendruck siedendem Wasser ändert vielmehr mit der Zeit seine Stellung längs der unveränderlichen Scale. Diese Veränderungen haben ihren Grund in der elastischen Nachwirkung, einer Eigenschaft, die fast allen starren Materialien gemein ist und die sich darin äussert, dass Formveränderungen in Folge der Einwirkung von mechanischen Kräften oder von Temperaturveränderungen nicht sofort nach Aufhören dieser Ursachen verschwinden, sondern dass hierzu eine gewisse Zeit erforderlich ist. Bei Metallen tritt die elastische Nachwirkung nur in geringem Maasse auf und ist nur mit sehr feinen Hilfsmitteln nachweisbar, beim Glase dagegen tritt sie in stärkerem Maasse auf und ist insbesondere am Thermometer ohne weitere Hilfsmittel deutlich wahrnehmbar. Die Veränderungen der Fixpunkte sind von zweierlei Art, sie scheiden sich in solche, welche stetig vor sich gehen und mit der Zeit einen gewissen Abschluss erlangen, und in vorübergehende, die im Verfolg des Gebrauchs aufreten. In Folge der bei der Anfertigung des Instrumentes stattfindenden ungleich schnellen Abkühlung der verschiedenen Schichten des Quecksilbergefässes geräth dieses in einen Zustand starker Spannung, welche sich zum grössten Theil schon in einiger Zeit ausgleicht und zwar, je nach der Behandlung des Instrumentes, in 3 bis 6 Monaten. Die Ausgleichung zeigt sich in einem stetigen, erst schnelleren dann allmählich verlangsamten Ansteigen des Eispunktes, das bis  $\frac{1}{4}$ , ja bis  $1^\circ$  betragen kann. Durch lang anhaltendes Sieden und darauf folgende sehr langsame Abkühlung kann man diesen Vorgang beschleunigen. Eine weit über dieses Maass hinausgehende Veränderung ist in Versuchen von Crafts und von Wiebe beobachtet worden bei andauerndem starken Erhitzen von Thermometern. Letzterer hat nach 90 stündigem anhaltendem Erhitzen zweier Thermometer von R. Fuess auf  $375^\circ$  ein dauerndes Ansteigen des Eispunktes um  $12$  und  $14^\circ$  beobachtet. Die vorübergehenden Aenderungen der Thermometer zeigen sich in einem nach jeder Erwärmung eintretenden, aber in einiger Zeit wieder verschwindenden Sinken, einer Depression, des Eispunktes. Die Grösse dieser Depression ist zwischen  $0$  und  $100^\circ$  nahezu proportional dem Quadrate der Temperaturerhöhung und kann nach Erwärmungen auf die Temperatur des siedenden Wassers  $0,8^\circ$  erreichen, gewöhnlich beträgt sie in diesem Falle  $0,4$  bis  $0,5^\circ$ . Die

Versuche von Wiebe, über welche noch Nichts veröffentlicht ist, ergeben, dass die Depression bei Erwärmungen bis  $100^{\circ}$  zunimmt, bis  $150^{\circ}$  sich wieder verringert und bei höheren Erhitzungen übergeht in ein bleibendes Ansteigen des Eispunktes. Die beiden erwähnten, andauernd auf  $375^{\circ}$  erhitzten Thermometer zeigten später nach erheblich geringeren Erwärmungen keine Depression des Eispunktes mehr.

Ausserdem haben die Versuche von Crafts und Wiebe eine Veränderung der Ausdehnungscoefficienten des Glases um 2 % seines Werthes in Folge lange andauernder Erhitzung ergeben, was in einer Aenderung des Fundamentalabstandes sich zu erkennen gab.

Bei allen feineren Temperaturbestimmungen muss demnach zur Ermittlung der jeweiligen Correction des Thermometers die zeitige Lage der Fixpunkte und insbesondere des Eispunktes mitberücksichtigt werden.

Nach Schluss des Vortrages kam ein Schreiben des Vereins für Handelsgeographie zur Verlesung, worin die Gesellschaft aufgefordert wird, sich an der in Porto-Alegre in Brasilien demnächst stattfindenden Ausstellung zu betheiligen. Besonders sei hierbei für geodätische und chirurgische Instrumente ein guter Markt zu erwarten.

Der Schriftführer: *Blankenburg.*

## Bücherschau.

Beiträge zur Kenntniss der unorganischen Schmelzverbindungen. Von Dr. Otto Schott. Braunschweig, Vieweg. 1881. 4 *M.*

Der durch eine Reihe von Arbeiten über die Constitution des Glases und über das Hartglas rühmlichst bekannte Verfasser unternimmt, — wie es in der Ankündigung des vorliegenden Buches heisst — für die unorganische Chemie ein neues Feld zu erschliessen, d. i. die Chemie des Schmelzflusses. Die Arbeit, welche eine Fülle von für die Geologie, Mineralogie, Krystallographie und Molekularphysik, sowie für die technische Chemie wichtigen und interessanten Ergebnissen enthält, zerfällt in zwei Abtheilungen, von denen die erste das Verhalten der unorganischen Salze im geschmolzenen Zustande bezüglich ihrer Löslichkeitsbeziehungen und der dabei stattfindenden chemischen Umsetzungen, sowie die beim Erkalten eintretenden krystallographischen Erscheinungen vorführt. Der zweite Theil giebt neue und interessante Aufschlüsse über das Krystallwachsthum, erhalten durch mannigfache Beobachtungen der Mikrokrystallisationsvorgänge im feurigen Fluss. Die Methoden der Untersuchungen sind, wie es das neu betretene Gebiet erheischt, original. Der bei der Verfolgung der Krystallisationsvorgänge im feurigen Fluss angewandte mikroskopische Apparat besteht aus einem zum Umlegen eingerichteten Mikroskop, das durch ein Hufeisen in sicherer Stellung gehalten wird. Dem Mikroskop gegenüber steht ein Stativ, welches einen verstellbaren Ring trägt; auf dem Ring, der concentrisch dicht unter das Mikroskop gebracht wird, befindet sich eine etwa 8 mm rund durchlochte Kupferplatte und über dieser eine Glasplatte. Ferner trägt das Stativ noch einen verstellbaren Doppeldraht, dessen federnde Enden für die Aufnahme eines Objectfläschchens dienen. Unter dem Fläschchen ist die gleichzeitig zur Beleuchtung und Heizung bestimmte Lampe angebracht. Die Benutzungsweise des Apparates ist einfach. Das Objectfläschchen besteht aus einem ca. 45 mm langen und 6 mm breiten, am untern Ende zugeschmolzenen und mit einer linsenförmigen Erweiterung versehenen Glasrohr und wird mit dem zu prüfenden Salzgemenge beschickt. Die erste Schmelzung des Gemenges geschieht auf der gewöhnlichen Gasflamme, alsdann wird das Fläschchen mit dem geschmolzenen Inhalt an seine Stelle unter das Mikroskop gebracht und sofort die Heizeinrichtung untergeschoben. Nunnmehr kann unter laugsamer oder schnellerer Erkaltung die Bildung und das Wachsthum der Krystalle beobachtet werden. Es muss noch erwähnt werden, dass die zwischen dem Mikroskop und der Flamme eingeschaltete durchlochte Kupferplatte mit daraufliegender Glasplatte zur Abhaltung der von der Gasflamme aufsteigenden warmen Gase vom Mikroskop dient.



Der hier beschriebene Apparat ist vom Verfasser mit den gewöhnlichen Laboratoriumsmitteln zusammengestellt; ein für weitere Untersuchungen, sowie für mineralogische Verlesungsversuche geeigneter Apparat wird in der optischen Werkstatt von Carl Zeiss in Jena ausgeführt. W/6.

**Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung im Jahre 1879**, herausgegeben von Regierungsrath Dr. L. Loewenherz. Berlin 1880, Verlag von Julius Springer. (Fortsetzung.)

Die nautischen Instrumente bespricht Korvetten-Kapitän Dittmer. Magnetische Instrumente hatte nur Bamberg ausgestellt, welcher Mechaniker auf Veranlassung und unter thätiger Unterstützung des Prof. Neumayer seit 1872 sich mit vollem Eifer der Cultivirung dieses Gebietes widmete und dem es gelungen ist, die Concurrenz, auch die ausländische, grösstentheils zu überflügeln. Unter den Compassen ist der von Sir William Thomson erfundene zu nennen. Hier kommen 8 kleine, parallel neben einander liegende Magnetnadeln zur Verwendung, was der erfolgreichen Compensation des Compasses günstig ist; durch grössere Nadeln wird nämlich, bei Anbringung weichen Eisens in der Nähe der Rose behufs Beseitigung der quadrantal Deviation (wozu Th. grosse Hohlkugeln aus Eisen benutzt), eine magnetische Erregung im Eisen bewirkt, die bei kleinen Nadeln nicht zu befürchten ist. Die wichtigste Neuerung ist aber die Construction der Rose; dieser hat man bisher möglichste Stabilität durch Vermehrung ihres Gewichts und Tieferlegen des Schwerpunkts verleihen wollen, Th. giebt ihnen möglichst geringes Gewicht, aber ein grosses Trägheitsmoment, wodurch er die unmittelbare Wirkung einer Erschütterung auf ein Minimum reducirt und zugleich den Vortheil einer langen Schwingungsperiode erreicht. Die Rose besteht aus schwachem Papier, ihr mittlerer Theil ist herausgeschnitten und nur soviel stehen gelassen, als erforderlich ist, um eine deutliche Eintheilung zu zeigen. Das Gerippe der Rose bildet ein dünner Aluminiumring, der durch 32 strahlenförmig angeordnete Fäden mit einer kleinen, in der Mitte durchlochten Aluminiumscheibe verbunden ist. Um die Reibung möglichst zu verringern, wird diese Scheibe über ein Aluminiumhütchen gestülpt, das mit einer Saphirkuppe auf einer Iridiumpinne ruht.

Von hervorragendem Interesse ist die gleichfalls von Sir W. Thomson angegebene und von Bamberg ausgestellte Lothmaschine. Hier wird die bisherige Lothleine durch dünnen Stahldraht ersetzt, dessen glatte Oberfläche und geringer Umfang die Reibung im Wasser, welche das Fallen der aus Tau hergestellten Leinen aufhält, erheblich verringert. Der Draht wird von einer Trommel mit Bremsvorrichtung und Zählerwerk abgewickelt. Um ferner den Uebelstand zu beseitigen, dass die Länge auch der bis auf den Grund gelangten Leine noch kein directes Maass für die Wassertiefe giebt, versenkt Th. mit dem Loth eine unten offene Glasröhre, deren innere Fläche mit chromsaurem Silber überzogen und deshalb orangefarben ist, sich aber im Seewasser entfärbt. Je nach der erreichten Tiefe wird die Luft in der Röhre mehr oder weniger zusammengedrückt und dringt mehr oder weniger Wasser ein. Die Höhe des entfärbten Theiles der Röhre giebt ein Maass für die erreichte Tiefe.

Der Herausgeber berichtet über die metrologischen und über diejenigen meteorologischen Apparate, welche zur directen Ablesung bestimmt sind. An der Spitze der ersteren werden Reichel's Endmaassstäbe und die Einrichtungen zu ihrer Herstellung vorgeführt. Die Stäbe haben quadratischen Querschnitt und ihre bestimmenden Enden werden durch eben abgeschliffene Saphirflächen gebildet. Vor dem Einsetzen der Steine sind die Stabenden auf eine gewisse Länge hin cylindrisch abgedreht und mit Kugelfacetten versehen worden, und zwar so, dass die beiden Cylinder dieselbe Achse haben, die zugleich durch die Centren der Facetten geht. Um nun die Steinflächen eben, einander parallel und rechtwinklig zur Stabaxe herzustellen und ausserdem noch ihrem Abstand eine bestimmte Länge (1 m) zu geben, hängt man den Stab in die Lager eines Gehänges über den Schleiftisch, lässt ihn um seine

vertical gerichtete Achse langsam rotiren und durch ein schnell rotirendes Schleifrad, das während des Schleifens sich in horizontaler Richtung verschiebt, zuerst das eine Stabende eben abschleifen; hierauf wird der Stab umgelegt, worauf er in Folge der erwähnten Vorbearbeitung genau um dieselbe Axe rotiren kann wie vorher. Nachdem sodann der Stab so weit gesenkt worden, dass der Abstand zwischen der bereits abgeschliffenen Endfläche und der höchsten Stelle des Schleifrades 1 m beträgt, was R. durch sinnreiche, im wesentlichen optische Methoden mit einer Genauigkeit von 0,001 mm erreicht, wird auch die untere Fläche des Stabes abgeschliffen, und auf diese Weise der oberen genau parallel hergestellt.

Bei diesen Einrichtungen hat Reichel zugleich eine wichtige Neuerung von allgemeiner Bedeutung angewandt, die Lagerung rotirender Körper in Kugeln. Durch eine solche Lagerung allein kann die Unveränderlichkeit der Drehaxe während der Drehung verbürgt werden, während bei der sonst üblichen Lagerung in Kegelspitzen und Trichtern die Drehaxe nur dann unverändert bleibt, wenn die Axen sowohl der beiden Spitzeneenden als auch der beiden Trichterlager in dieselbe Gerade fallen, was für die Dauer praktisch undurchführbar ist.

Unter den Waagen sind zwei von Stückrath hergestellte hervorzuheben. Bei der einen, einer kleineren Waage, werden die Schneiden durch je zwei Achatspitzen ersetzt. Da der Stein das Schleifen directer Kegelspitzen nicht zuliebt, wurden den Spitzenecken langgestreckte Ellipsen angeschliffen, deren Scheitelpunkte die ebenen Pfannen berühren. Die Resultate, die mit dieser Waage erhalten werden konnten, sind von einer bisher noch nicht gekannten Genauigkeit. Die andere ist eine Vacuumwaage, welche im luftabgeschlossenen Raume vollständige Wägungen auszuführen gestattet. Die erste Waage dieser Art, die Bunge in Hamburg hergestellt hat, ist vom Refer. im „Bericht über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner Ausstellung 1876“ beschrieben worden. Bei der St.schen Waage werden die Mängel der Bunge'schen Construction durch centrische Anordnung aller Führungen und durch eine sehr hübsche Einrichtung des Mechanismus zum Auflegen und Abheben der Ausgleichgewichte glücklich vermieden. Ganz eigenartig ist der aus einem Stück gefertigte Waagebalken gestaltet. Ein grösserer Hohlzylinder, der die Mittelschneide umschliesst, wird durch horizontale und verticale Streben mit zwei kleineren die Endschnneiden enthaltenden Hohlzylindern verbunden. Die Schneidenbefestigung wird an einer anderen Stelle dieses Heftes erörtert.

Neuerungen an meteorologischen Apparaten rühren vorzugsweise von R. Fuess her. Um die vielbeklagten Mängel der Scalenbefestigung bei feinen Quecksilberthermometern zu beseitigen, hat er bei seinem Einschluss thermometer an das Umhüllungsrohr oben und unten becherartige Glasgefässe angeschmolzen, welche der Milchglasscale sichere Lagerung gewähren. Das untere Ende der Scale liegt auf dem Glaslager unmittelbar auf, während zwischen dem oberen Ende und seinem Lager eine federnde Lamelle zwischengelegt ist, welche die Scale gegen ihre untere Auflage stets andrückt, ohne sie in ihrer Ausdehnung zu behindern. Die Capillare geht durch die Bechergefässe frei hindurch und erhält durch feine Platindrahtschlingen längs der Scale Führung.

Betreffs des von Fuess ausgestellten, für meteorologische Stationen wichtigen Thermometergehäuses mag hier berichtend erwähnt werden, dass die Construction des ausserhalb des Fensters des Beobachtungsraumes angebrachten und von letzterem her zu öffnenden Gehäuses von Prof. Wild in Petersburg herrührt. W. bewirkt das Öffnen durch einen Schnurzug; Reinert hat die Einrichtung hinzugefügt, dass eine Zugstange das Gehäuse zum Fenster hinzieht und es hierbei zugleich öffnet.

Eine epochemachende Neuerung ist das von Fuess construirte Gefässheberbarometer, nach Wild das „Stations- und Reisebarometer der Zukunft“. Bei Gefässheberbarometern: sind die beiden Heberrohre (der sog. geschlossene und offene Barometerschenkel) unten offen und reichen in ein Quecksilbergefäss mit beweglichem Lederboden, so dass es möglich

ist, vor jeder Beobachtung das Quecksilber in beiden Schenkeln anzuheben und auf diese Weise auch die Menge der im Vacuum enthaltenen Luft nach der Arago'schen Methode zu ermitteln. Bei dem F. schen Instrument liegt der offene Schenkel in der Verlängerung des oberen Theiles des geschlossenen Schenkels; beide Schenkel bilden zudem in Folge einer eigenthümlichen Glasconstruction ein zusammenhängendes Stück, das von einer cylindrischen Metallröhre umhüllt wird, auf welche die Scale aufgetragen ist. Eine und dieselbe auf der Scale verschiebbare Ablesevorrichtung mit Nonius kann demnach auf beide Kuppen eingestellt werden. Kennt man hier den wahren Werth der Scalenthailung, so ist jede Vergleichung mit einem Normalbarometer einer Centralstation unnöthig.

Die meteorologischen Registrirapparate bespricht Dr. Sprung. Hervorzuheben ist der nach einem Vorschlag dieses Berichterstatters von Fuess construirte Waagebarograph. Während bei anderen Waagebarographen das Barometer selbst einen Theil des registrierenden Mechanismus bildet, ist es hier von der Registrirung ganz unabhängig. Der Waagebalken, an dessen kürzeren Arm das Barometerrohr hängt, behält nämlich fortdauernd eine fast vollständig horizontale Lage dadurch, dass ein Laufgewicht sich selbstthätig auf dem längeren Balkenarme verschiebt. Das Laufgewicht wird durch eine unter dem Balkenarm hinlaufende Stahlschraube bewegt, welche in dem einen oder dem anderen Sinne rotirt, je nachdem ein elektrischer Stromkreis, in den ein Elektromagnet eingeschaltet ist, geschlossen ist oder nicht. Das Schliessen bewirkt vermittels eines Quecksilbercontacts der längere Balkenarm selbst, sobald er eine noch so geringe Neigung aus der Horizontalen nach unten macht. Der Stand des Laufgewichts wird continuirlich auf einer mit *metallic paper* überzogenen Tafel aufgezeichnet, welche durch ihr Heruntersinken ein Uhrwerk bewegt, das wiederum die Rotation der Stahlschraube mittels eines Wendegetriebes bewirkt. Der Schreibstift beschreibt bei constantem Gewicht des Barometers eine feine Zickzacklinie. Der Einfluss von Temperaturänderungen auf die Angaben dieses Instruments ist äusserst gering; er beträgt etwa den achten Theil des Temperatureinflusses bei den üblichen Waagebarographen.

Ueber die physicalischen Unterrichtsapparate berichtet Dr. Giese. Von hohem Interesse sind die nach Angaben des Berliner Stadtschulraths Bertram von Ernecke hergestellten Unterrichtsapparate für Volksschulen. Bei ihnen sind alle für exacte Messungen erforderlichen Nebentheile weggelassen, die Anordnung ist möglichst einfach und derartig gewählt, dass alle wesentlichen Theile und deren Verrichtungen von allen Schülern einer Klasse gleichzeitig wahrgenommen werden können. Hervorzuheben sind unter diesen Schulapparaten ein Galvanometer und besonders die Apparate zur Demonstration der mechanischen Grundgesetze (Parallelogramm der Kräfte, schiefe Ebene).

Chemische Laboratoriumsapparate werden in anerkannter Güte von mehreren hiesigen Firmen (Muencke; Rohrbeck; Warnbrunn, Quilitz & Co.) hergestellt. Prof. Pinner bespricht diese Apparate, er führt vorzugsweise Neuerungen von Dr. Muencke vor. Recht brauchbar scheint ein Trockenapparat mit Dampfinjector zu sein. Die zu trocknenden Substanzen werden auf siebartigen Platten in zwei luftdicht verschliessbare Cylinder gebracht, welche in einem zuerst mit Wasser, später mit Dampf gefüllten Kasten hängen. Ein Bleirohr mündet nahe am Boden des Kastens nach Aussen, ist im Inneren des Kastens mehrfach spiralg um beide Cylinder gemeinschaftlich gewunden und führt endlich in den oberen Theil des einen Cylinders hinein. Der andere Cylinder communicirt mit dem Reservoir eines Injectors, dessen Saugrohr mit dem Inneren des Dampfkastens in Verbindung steht. Endlich führt noch ein kurzes Rohr aus dem einen Cylinder in den anderen. Wird nun das Wasser im Kasten erwärmt, bis es sich in Dampf verwandelt, so setzt dieser beim Entweichen aus dem Apparat den Injector in Thätigkeit, weshalb durch das Bleirohr hindurch Luft eingesaugt wird, die sich im Rohr erwärmt und hierauf in die Cylinder eintritt. Sie durchstreicht diese und trocknet hierbei die dort lagernden Substanzen.

(Schluss folgt.)

L. Loewenherz.

## Journal- und Patentliteratur.

**Anwendung von Siliciumeisen in galvanischen Batterien.** Von Dr. Herm. Uelsmann, Königshütte O. S. D. R. P. 11284.

Um die Uebelstände der früher vielfach angewendeten Zinkeisenkette zu vermeiden, welche darin bestehen, dass das Arbeiten mit der dazu nothwendigen rothen, rauchenden Salpetersäure von 1,48 spec. Gew. sehr unangenehm ist, und dass das Eisen unter starker Entwicklung von Stickoxyd schnell zerstört und die Wirkung der Batterie aufgehoben wird, schlägt der Erfinder statt gewöhnlichen Eisens Siliciumeisen vor, ein Roheisen, mit einem Gehalt von 12 pCt. Silicium und darüber. Solches Eisen wird selbst in fein gepulvertem Zustande weder von concentrirter noch verdünnter Salpetersäure angegriffen; es steht bezüglich seiner Wirksamkeit in elektrischen Batterien an Werth dem Platin und der Bunsen'schen Kohle fast gleich. In der Construction der Elemente braucht nichts geändert zu werden. Für die zu verwendende reine Salpetersäure schlägt der Erfinder ein spec. Gew. von 1,2 vor. Q.

**Ueber Fluorescenz.** Von S. Lamansky. Annalen der Physik und Chemie. 1880. No. 13.

Der Verf. beschreibt eine neue Methode zur Untersuchung der Fluorescenzerscheinungen und theilt die mit ihr gewonnenen, zum Theil ganz neuen Resultate mit. Zu den Versuchen diente ein nach seinen Angaben von S. Duboscq construirter Apparat, bestehend aus zwei gewöhnlichen Spectralapparaten *à vision directe*, welche auf einem verticalen Albidadenkreise befestigt sind. Der erste von diesen soll ein Spectrum auf der Oberfläche der Flüssigkeit entwerfen; zu diesem Behufe ist hinter dem Prisma *à vision directe* eine achromatische Linse angebracht, welche ein reelles Bild des Spectrums auf die Oberfläche der Flüssigkeit entwirft; mittelst eines kleinen Spiegels können die Sonnenstrahlen immer längs der optischen Axe des Fernrohrs gerichtet werden. Das Spectrum hat eine solche Lage, dass alle Strahlen unter demselben Winkel auf die Flüssigkeit fallen. Der zweite Spectralapparat soll das Fluorescenzspectrum auffangen und ist mit einer Scala versehen, welche das Fluorescenzlicht genau zu analysiren gestattet; an die Stelle dieses zweiten Apparates kann ein Fernrohr mit kurzer Focaldistanz gesetzt werden, wenn man das Spectrum selbst auf der Oberfläche der fluorescirenden Flüssigkeit beobachten will. W.

**Resultate spectralphotometrischer Untersuchungen.** Von Prof. Dr. H. C. Vogel in Potsdam. Berliner Monatsberichte. October 1880.

Bereits im März 1877 hatte Verfasser der Berliner Akademie eine Reihe spectralphotometrischer Untersuchungen vorgelegt, welche sich auf die Absorption der die Sonne umgebenden Gashölle bezogen. Die vorliegende Untersuchung hat zum Gegenstande die Ermittlung der Intensitätsverhältnisse der Farben in den Spectren einiger Fixsterne. Es werden lediglich die Resultate mitgeteilt, die Details der Messungen sollen später in den Publicationen des Astrophysikalischen Observatoriums veröffentlicht werden.

Das zur Anwendung gekommene Photometer beruht auf dem Principe, messbare Veränderungen der Lichtintensität durch Polarisation hervorzubringen; es ist eine Modification der Apparate von Bohn, Wild und Gian und unterscheidet sich von diesen nur dadurch, dass sich der Apparat leicht, mit einem grösseren Fernrohre verbunden, zu astronomischen Zwecken gebrauchen lässt. Das Photometer ist in der erwähnten früheren Mittheilung und in dem Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung, S. 391 ausführlich beschrieben; aus der an letzterem Orte gegebenen Abbildung ist die Einrichtung der mit dem Apparate in bleibende Verbindung gebrachten Petroleumlampe zu ersehen; dieselbe ist um zwei senkrecht auf einander stehende Axen beweglich und kann mittels einer Wasserwaage eingestellt werden. Die Flamme bleibt so von dem Spalt des Spectroskops, auf welche das von ihr ausgehende Licht durch ein totalreflectirendes Prisma geworfen wird, in constanter Entfernung. Der Cylinder der Lampe ist aus schwarzem Eisenblech gefertigt und mit zwei durch Glasplatten verschlossenen Oeffnungen versehen, um das Licht der Flamme nach dem Apparate gelangen zu lassen, und um mittels eines kleinen Kathetometers, wie beim Zöllner'schen Photometer, die Höhe der Flamme zu beobachten und zu reguliren. In Folge dieser constanten Verbindung der Lampe mit dem Apparat sind, bei vorsichtigem Gebrauch, die Intensitätsverhältnisse der Farben

in dem Spectrum des Petroleumlichtes nur sehr geringen Schwankungen unterworfen und können daher Beobachtungen, die an verschiedenen Tagen angestellt sind, mit einander verglichen werden.

Bei den photometrischen Beobachtungen der Fixsterne wandte Verfasser mit Erfolg das von ihm angegebene Verfahren an (vgl. No. 2 dieser Zeitschrift), die mit der Farbe sich verändernde Breite des Sternspectrums in Rechnung zu ziehen. —

Wenn die Resultate der Messungen auch nicht direct in den Rahmen dieser Zeitschrift sich einfügen, so sind sie doch von so hervorragendem und allgemeinem Interesse, dass wenigstens das Wesentliche davon hier mitgetheilt werden soll. Es wurden folgende Intensitätsverhältnisse abgeleitet:

| Wellenlänge:<br>Millionstel<br>Millimeter | I n t e n s i t ä t : |                   |                      |                    |                     |                        |                         |                            |
|-------------------------------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|--------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|
|                                           | Petroleum<br>Sirius   | Petroleum<br>Wega | Petroleum<br>Capella | Petroleum<br>Sonne | Petroleum<br>Arctur | Petroleum<br>Aldebaran | Petroleum<br>Beteigeuze | Petroleum<br>Elektr. Licht |
| 633                                       | 285                   | 270               | 232                  | 232                | 200                 | 218                    | 202                     | 190                        |
| 600                                       | 200                   | 191               | 173                  | 175                | 153                 | 159                    | 153                     | 149                        |
| 555                                       | 100                   | 100               | 100                  | 100                | 100                 | 100                    | 100                     | 100                        |
| 517                                       | 49                    | 50                | 46                   | 52                 | 71                  | 70                     | 61                      | 64                         |
| 486                                       | 24                    | 27                | 20                   | 27                 | 57                  | 53                     | 47                      | 43                         |
| 464                                       | 14                    | 16                | 14                   | 18                 | 50                  | 48                     | 39                      | 32                         |
| 444                                       | 11                    | 9                 | 12                   | 11                 | 46                  | 41                     | 32                      | 25                         |
| 426                                       | —                     | —                 | —                    | 10                 | —                   | —                      | —                       | 20                         |

Durch diese Zahlen ist deutlich ausgesprochen, dass bei den weissen Sternen Sirius und Wega die brechbaren Theile des Spectrums eine viel grössere Intensität besitzen, als bei den gelblichen Sternen Capella und Sonne und bei den rothen Sternen Arctur, Aldebaran und Beteigeuze; die Intensitätsverhältnisse der letzteren im Vergleich zu Petroleumn weichen von denen des elektrischen Lichts wenig ab. Verfasser zieht hieraus die interessanten Schlüsse, dass die weissen Sterne in einem bedeutend höheren Glühzustande sich befinden, als die Sonne, dass die gelben Sterne, mit nahezu gleichem Spectrum, wie die Sonne, sich auch in ganz ähnlichem Glühzustande befinden, endlich, dass die Temperatur der rothen Sterne weit unter der unserer Sonne liegt und einigermaassen mit der Temperatur des elektrischen Flammenbogens verglichen werden kann. W.

**Elektrodynamometer für schwache Ströme.** Von Siemens & Halske. Elektrotechn. Zeitschrift, 1881. H. 1.

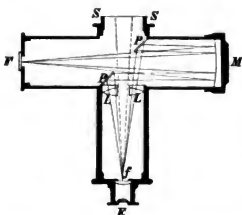
Dieses Instrument wurde nach einem von Dr. O. Frölich in Poggendorffs Ann., Bd. 143, S. 643 angegebenen Principe ausgeführt und zeigt im Vergleich zu dem Weber'schen Elektrodynamometer hauptsächlich folgendes Neue: Den beiden hier in Betracht kommenden Rollen, der Multiplicatorrolle und der sogenannten Bifilarrolle, ist statt der gewöhnlichen cylindrischen Form die Kugelform gegeben, um hierdurch einen möglichst kleinen Abstand der äusseren Windungen von den inneren zu erreichen. Ferner hängt die bewegliche Rolle nur an einem „einzigem“ Faden, einem Platindraht von 0,04 mm Durchmesser, wodurch eine möglichst grosse Empfindlichkeit des Instrumentes erlangt wird; der Anstrich des Stromes aus dieser Rolle wird durch eine nach unten geführte Spiralfeder ermöglicht. Behufs sicherer Einstellung des Nullpunktes sind die zur Dämpfung der Schwingungen an der beweglichen Rolle angebrachten Flügel, welche in Wasser eintauchen, hier messerartig zugeschärft. Endlich kann in die Axe der inneren Rolle ein kleiner Eiseukern eingeschoben und dadurch die Empfindlichkeit des Instrumentes noch verdoppelt werden. Die Ablesung geschieht mit Hülfe eines Spiegels, welcher nach allen Seiten hin drehbar ist. R.

**On a new form of „Ghost“ Mikrometer.** Von Chas. E. Burton und Howard Grubb. Monthly Notices. Vol. 41, No. 2. December 1880.

Unter „Ghost-Mikrometer“ (einen Ausdruck, den Ref. mit „Fadenbild-Mikrometer“ wiedergeben möchte) ist eine Anordnung des Mikrometers zu verstehen, bei welcher statt der

Fäden selbst ihre Bilder zur Messung verwandt werden. Es ist bekannt, dass bei der Ausmessung von Planetenscheiben, sowie bei Distanz-Bestimmungen von Doppelsternen die Mikrometerfäden störende Beugungserscheinungen veranlassen. Will man den Faden in Contact mit dem Rande einer Planetenscheibe bringen, so erscheint gebeugtes Licht auf der vom Object entfernten Seite des Fadens, so dass der Moment, wo der Faden wirklich den Rand berührt, schwer zu fixiren ist. Ferner erscheint bei der Bisection eines Sternes durch den Faden der erstere in der Richtung zum Faden verlängert. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, ist schon wiederholt versucht worden, statt der Fäden selbst deren Bilder bei der Messung anzuwenden. Kaiser, Lamont, W. R. Dawes, R. K. v. Littrow und G. P. Bidder haben Anordnungen von derartigen Mikrometer-Einrichtungen angegeben. Alle diese Constructionen aber sind entweder nicht praktisch verwerthet worden, oder sie scheinen sich nicht bewährt zu haben. Chas. E. Burton und Howard Grubb geben nun eine neue Anordnung des Fadenbild-Mikrometers an, welche die Beachtung der Forscher verdienen dürfte.

Das Mikrometer (s. Fig.) besteht äusserlich aus zwei zu einander senkrechten Cylindern. Der eine wird in das Formrohr eingeschraubt und trägt an seinem unteren Ende das Ocular *E*;



Der eine Ende das bewegliche oder feste Fadennetz *F* auf, während an der anderen Seite ein concaver Spiegel *M* befestigt ist, dessen Krümmungsradius ein wenig grösser ist, als die Entfernung zwischen *F* und *M* beträgt. In der Verbindung der beiden Cylinder ist ein unter 45° zu *FM* geneigter ebener Spiegel *P* befestigt, welcher in der Mitte in Form einer Ellipse durchbohrt ist; die Durchbohrung ist etwas grösser als nothwendig, um die vom Objectiv kommenden Lichtstrahlen durchzulassen. Unmittelbar unter *P* ist eine ebenfalls durchlochte achromatische Linse *L* angebracht, welche die Convergenz der von *M* kommenden Strahlen vergrössern soll. Wird nun *F* erleuchtet, so gehen die vom Fadennetz kommenden Strahlen zum Spiegel *M*, werden von diesem reflectirt, an dem inneren Rande des Spiegels *P* aufgefangen und in die Ocularröhre geworfen, wo sie nach dem Durchgange durch *L* im Focus *f* vereinigt werden.

Dies ist die einfachste Form dieses neuen Fadenbild-Mikrometers. Die Grundform kann auf verschiedene Weise variiert werden. Man kann *M* durch einen ebenen Spiegel ersetzen und die ganze Arbeit der Erzeugung der Fadenbilder der Linse *L* überlassen. Man kann ferner den Kreuz-Cylinder ganz weglassen; in diesem Falle werden die Fadenbilder durch einen concaven Spiegel hervorgebracht, welcher in einem in das Fernrohr hineinverschraubenden Cylinder befestigt ist. Die Verfasser geben noch weitere complicirtere Anordnungen an.

Die beschriebene Grundform des Fadenbild-Mikrometers ist, mit einem 6-zölligen Aequatoreal verbunden, von den Verfassern durch zahlreiche Beobachtungen erprobt worden; es sind Mond-Details damit ausgemessen, Juppiter und Saturn mit ihren Satelliten beobachtet und eine Reihe von Sternen, unter ihnen auch Doppelsterne, bestimmt worden. In allen Fällen rühmen die Verfasser die gute Wirkung ihres Mikrometers; die störenden Einflüsse der Beugungserscheinungen seien vollständig vermieden worden. Es würde von Interesse sein, die Resultate von Messungen, welche sich auf dasselbe Object beziehen, aber mit gewöhnlichen Faden-Mikrometern ausgeführt sind, mit den von den Verfassern ermittelten Werthen vergleichen zu können und wäre es daher wünschenswerth, dass die Herren die Details ihrer Messungen mittheilten.

W.

**Ein neuer Apparat, um die Dissociation der Ammoniumsälze zu zeigen.** Von D. Tommasi. Chemical News Vol. 43. S. 66.

Dieser Apparat — von dem Erfinder „Dissocioskop“ genannt — besteht aus einer 20 bis 25 cm langen und 3 bis 4 cm weiten Glasröhre, die an beiden Enden zugeschmolzen und unten soweit beschwert ist, dass sie im Wasser schwimmt. Letzteres ermöglicht eine bequemere Handhabung des Apparates, da man dazu kein Stativ braucht. Im Innern der Röhre ist an einem Platindraht ein Streifen blaues Lackmuspapier, der mit einer Lösung eines Ammoniumsälzes getränkt ist, aufgehängt. Die Lösung des Salzes muss gesättigt sein und wird mit destillirtem Wasser bei

gewöhnlicher Temperatur bereitet. Wenn die Lösung — was häufiger vorkommt — schwach sauer reagirt, so wird dieselbe durch 1 oder 2 Tropfen Ammoniak vorsichtig neutralisirt. Der Streifen Lackmuspapier wird, nachdem er aus der Lösung genommen ist, zwischen Fiesspapier leicht getrocknet und dann noch feucht in die Glasröhre gebracht.

Um das Experiment anzustellen ist es nur nöthig, die Röhre in kochendes Wasser zu tauchen, wodurch sofort das Ammoniumsals dissociirt und das Lackmuspapier sich röthet. Taucht man die Röhre alsdann wieder in kaltes Wasser, so verbindet sich das dissociirte Ammoniak mit der Salzsäure wieder und das Lackmuspapier wird wieder blau. Es ist klar, dass dieser Versuch beliebig oft wiederholt werden kann.

Wb.



**Ein neuer Quetschhahn.** Von Knies. Chemisches Centralblatt 1880. S. 179.

Der Hauptvorteil dieses Quetschhahnes vor den gebräuchlichen Arten besteht darin, dass man ihn von der Seite auf den Kautschukschlauch schieben kann und dadurch eines Auseinandernehmens der Apparate überhoben ist.

Wb.

### Für die Werkstatt.

**Elastische Pleuelstange für Tretvorrichtungen.** Von G. Kirchhoff in Berlin. D. R. P. 11313, vom 6. 4. 80.

Die Vorrichtung besteht in der Einschaltung eines elastischen Stückes in die Pleuelstange derartig, dass letztere an dem mit dem Tritt in Verbindung stehenden Ende auf eine gewisse Länge mit einem scharfen Ansätze schwächer abgedreht ist; auf diesem schwächeren Theile sind zwei Scheiben verschiebbar angebracht und durch eine Spiralfeder so auseinander gehalten, dass die obere an den genannten scharfen Ansatz der Pleuelstange, die untere an einen am Ende der Pleuelstange vorgestreckten Splint gedrückt wird. Beide Scheiben sind in einem länglich rahmenförmigen Gehäuse geführt, welches unten durch ein Auge mit dem Tritte in Verbindung steht. Für die obere Scheibe ist in dem Gehäuse ein Anschlag, durch den sie mitgenommen werden kann, für die untere Scheibe sind zwei vorhanden, so dass also für die Verlängerung, wie für die Verkürzung der Lenkerstange eine Begrenzung geschaffen ist. Dadurch wird ein Ueberanstrengen der Feder und jede zu grosse Trittbewegung vermieden. Bei unregelmässigem Treten wirkt die Feder durch Verlängerung oder Verkürzung der Pleuelstange regulirend.

Q.

**Verfahren zur Wiedergewinnung des Goldes aus gebrauchten Vergoldungsbädern.** Von Paul Hiehle. Allg. Journ. f. Uhrmacherkunst. 1881. No. 5.

Die alte, nicht mehr färbende Vergoldungsflüssigkeit wird, am besten in einer Porzellanschale, abgedampft, der trockene Rückstand mit einem gleichen Gewicht Bleiglätte gemengt und nach und nach bis zum starken Rothglühen und Schmelzen erhitzt. Die geschmolzene Masse bringt man nach dem Erkalten in verdünnte warme Salpetersäure, welche das Blei auflöst und das Gold als sehr lockeren Schwamm zurücklässt. Dieser Schwamm wird mehrmals erst mit heissem, später mit kaltem Wasser ausgesüsst und kann sogleich wieder zu einem Goldbade verwendet werden; besser ist es jedoch, ihn mit etwas Borax wiederum zu reduciren, d. h. zusammenzuschmelzen.

Man kann den trockenen Rückstand auch mit dem  $1\frac{1}{2}$  fachen Gewichte Salpeter mischen und in kleinen Portionen im glühenden Tiegel zum Verpuffen bringen. Die Operation ist jedoch sehr gefährlich und auch unökonomisch, insofern durch Mithinausschleudern von Gold nicht unbeträchtliche Verluste entstehen können.

R.

**Neuerungen an Hähnen für tropfbare und gasförmige Flüssigkeiten.** Von Christian Rudolf Bergreen in Roitzsch. D. R. P. 12034. vom 9. 6. 80.

Der Kükens des Hahnes ist der Länge nach in zwei oder mehrere Stücke getheilt, welche durch eine oder mehrere Federn gegen die Wand des Gehäuses gedrückt werden. Ausserdem kann die ankommende Flüssigkeit durch einen Spalt oder eine andersgeformte Oeffnung in das Innere des Kükens, sowie über und unter dasselbe treten, um den Kükenthail, welcher den Abschluss bewirkt, gegen die Ausflussöffnung zu pressen und auch die Entlastung des Kükens zu bewirken.

Q.

**Verfahren zur Befestigung von Glas oder Emaille auf Metall.** Von Johannes Feix. Metallarb. 6. S. 101.

Das Verfahren beruht auf Anwendung des elektrischen Stromes. Die zu befestigenden Gegenstände werden auf einer durchlöchernten Metallunterlage in eine metallische Lösung getaucht; durch letztere wird ein galvanischer Strom geleitet, der ein Abscheiden des in der Lösung enthaltenen Metalls bewirkt. Das Metall füllt die Zwischenräume zwischen den eingesetzten Gegenständen und den Löchern der Unterlage aus, wodurch eine dauerhafte Verbindung erzielt wird. *Q.*

**Neuerungen in dem Verfahren zur Herstellung isolirter Leitungen.** Von Siemens & Halske in Berlin. D.R.P. 12178. vom 4. 3. 80.

Das Verfahren beruht auf der Erfahrung, dass Baumwolle, Jute oder ähnliche Pflanzenfasern vollkommen isoliren, wenn sie vollständig von Feuchtigkeit befreit sind und in diesem Zustande mit einer Flüssigkeit imprägnirt werden, welche die Wiederaufnahme von Wasser verhindert. Als eine solche Flüssigkeit hat sich das durch Erhitzung des Kautschuks aus demselben gebildete Oel allein oder in Vermischung mit Harzen oder ähnlichen Substanzen, welche sich mit demselben verbinden oder in ihm lösen, als besonders geeignet erwiesen.

Das Verfahren besteht zunächst in der Umspinnung der zu isolirenden Drähte oder Drahtleitungen mit Baumwolle, Jute, Flachs, Hanf oder ähnlichen in Fäden gesponnenen Faserstoffen.

Zwecks Entfernung des hygroskopischen Wassers aus den Faserstoffen bringt man die umspinnenden Drähte in einen möglichst stark luftverdünnten Raum der zugleich concentrirte Schwefelsäure oder einen anderen Wasser stark absorbirenden Körper enthält, oder mit einem diese Stoffe enthaltenden anderen Raume communicirt. Gleichzeitig erhitzt man die Wände des Gefässes oder der Gruppe von Gefässen, in welchen diese Berührung stattfindet. Nach Entfernung des Wassergehaltes aus dem Gespinnst lässt man durch Oeffnung eines Hahnes die oben erwähnte, erwärmte Imprägnirungsflüssigkeit in das Gefäss eindringen, um das Gespinnst damit zu sättigen, bevor eine Berührung mit feuchter Luft stattfindet. Der Ueberschuss an Imprägnirungsflüssigkeit wird in einer Centrifuge abgeschleudert. — Der Erfinder giebt noch einige Winke über Verbindung mehrerer solcher Drähte zu Doppelleitungen und Zusammenrehnung zu Kabelseilen. *Q.*

## Sprechsaal.

Von geschätzter Seite geht uns bezüglich der Fachunterrichtsfrage folgende Aeusserung zu:

Von Herrn Bamberg ist im ersten Heft dieser Zeitschrift die Frage angeregt worden, ob es vorteilhafter sei, für die Mechaniker und Optiker besondere Fachschulen zu errichten, oder ob nicht der Anschluss an die allgemeinen Fortbildungsschulen für dieselben empfehlenswerther und praktischer sei. Für Berlin lässt sich diese überaus wichtige Frage leicht entscheiden, und zwar indem man der letzteren Alternative den Vorzug giebt.

Dafür sprechen innere wie äussere Gründe, pädagogische wie finanzielle Rücksichten.

Wenn schon von allen Gewerbetreibenden bei ihrer gewerblichen Fortbildung eine grosse Menge Fähigkeiten und Fertigkeiten zu erwerben ist, so ist dies bei den Mechanikern und Optikern noch in weit höherem Maasse der Fall. Letztere bedürfen zur vollkommenen Beherrschung ihres Gewerbes einer solchen Menge von Allgemein- und Fachwissen, dass bei der Beschränktheit der wöchentlichen Stundenzahl, welche die Lehrlinge auf ihre Fortbildung verwenden können, ein mehrjähriger Unterricht nöthig ist, der sich, soll er den grösstmöglichen Erfolg erzielen, in verschiedene Kurse theilen muss.

Je grösser nun die Schülerzahl einer Anstalt ist, desto mehr ist dieselbe im Stande, nach dem pädagogischen Princip, dass nur gleichartige Schüler gleichzeitig zu unterrichten sind, sich zu gliedern. Dass dieses Princip aber nur von einer allgemeinen Fachschule streng durchgeführt werden kann, liegt auf der Hand. Der Einwand, dass ja auch in einer solchen die Zahl der Schüler eines Faches, also hier der Mechaniker und Optiker keine grössere ist, als in einer besonderen Fachschule, ist nicht stichhaltig. Zuvörderst ist doch wohl zu bedenken, dass beim Fortbildungsunterricht neben der speciellen Fachausbildung eine Menge allgemeinen Wissens überhaupt und auch wiederum vieles allen oder mehreren Handwerken gemeinsame Fachwissen gelehrt wird.



Diejenigen Kenntnisse und Fertigkeiten, welche einem Handwerke ganz allein nöthig sind, dürften, so weit hier die Fortbildungsschule und nicht die Werkstatt in Betracht kommt, doch nur wenig zahlreich sein. Die eigentliche Fachausbildung im allgemeinsten Sinne würde die allgemeine grosse Handwerkerschule mindestens ebenso gut leisten, als eine besondere Fachschule. Ja sie würde auch darin noch mehr leisten, wenn sie eben, nachdem sie die Schüler in allen anderen Fortbildungsdisciplinen, in denen ihr doch nach dem oben Angeführten der unbedingte Vorzug gebührt, bereits ausgebildet hat, nun, in ihrer Fürsorge für die Schüler weitergehend, die ihr zu Gebote stehenden natüremässig reicheren Mittel an Lehrkräften und Lehrmitteln auch für die Specialausbildung verwendete. Denn für eine allgemeine Handwerkerschule haben Staat und Commune das Recht und die Pflicht, mit ihren finanziellen Hülfe sowohl, als mit anderweitiger Fürsorge voll und ganz einzutreten. Für die Fachschule eines von den Hunderten von Handwerken dürfte dies auch im bescheidensten Maasse kaum angehen.

Neben diesen allgemeinen Gesichtspunkten kommt noch ein überaus wichtiger pädagogischer hinzu. Es ist dies das erziehlliche Moment.

Wie in jeder Schule hat auch in der gewerblichen Fortbildungsschule der Unterricht nicht nur den Zweck, die Schüler in Kenntnissen und Fertigkeiten auszubilden, sondern dieser Unterricht soll vor Allem auch erziehlich wirken. Die Handwerkerschule wäre des Interesses und der Unterstützung der Staats- und Gemeindebehörden nicht werth, wenn sie diesem Punkte nicht ihre volle Aufmerksamkeit zuwendete.

Nicht nur, dass die unterrichtlichen Erfolge von den erziehlichen vollständig abhängen, dass die Schüler nur dann in den einzelnen Fertigkeiten die gehörigen Fortschritte machen, wenn sie gehörig disciplinirt sind, ist die sittliche Hebung der Handwerkslehrlinge und -Gehilfen an sich schon eine würdige Aufgabe der Fortbildungsschule.

Diese erziehliche Wirkung einer Schule hängt nun ganz ab von einer streng durchgeführten Disciplin, von der moralischen Autorität der Anstalt. Solche Disciplin wird aber nur dann in richtiger Weise gehandhabt werden können, wenn ein Leiter mit seiner vollen Verantwortlichkeit für die Schule einzustehen hat. Wirklichen Erfolg wird demnach eine Handwerkerschule erst erzielen können, wenn dieselbe von einem Pädagogen geleitet wird, welcher in der Anstalt seinen Hauptwirkungskreis findet; je mehr Lehrer ausserdem noch dort ihre vollständige Lebensaufgabe suchen, je weniger sie also ihre Thätigkeit in der Fortbildungsschule als Nebenbeschäftigung betrachten, um so vortheilhafter für Schule und Schüler ist dies. Nur die allgemeine Handwerkerschule vermag solchen weitgehenden Forderungen zu genügen, die in finanzieller Hinsicht für einzelne kleine Fachschulen unerfüllbar sind. Sie nur kann durch unabhängige Leiter und Lehrer, die in ihr ihren Lebensberuf sehen, mit moralischer Autorität, mit strenger, eiserner Disciplin ihren Schülern gegenüber auftreten und dadurch die den Zöglingen für ihre Fortbildung so knapp zugemessene Zeit ganz ausnützen, in ihnen auch die Lust und Liebe zum Lernen hervorrufen. Man kann demnach erwarten, dass die allgemeine Handwerkerschule *ceteris paribus* vermöge ihrer besseren Disciplin im Allgemeinen mehr leisten wird als die specielle Fachschule, welche weder Leiter noch Lehrer voll beschäftigen kann.

Wenden wir uns wiederum dem vorliegenden speciellen Fall des Fortbildungsunterrichts für Mechaniker und Optiker zu, so finden dieselben in den bereits bestehenden Cursen der Berliner Handwerkerschule für Freihandzeichnen, Projectionislehre, für Elementarmathematik, selbst in denjenigen für Physik, Chemie und Mechanik zu ihrer ersten Ausbildung die ausgiebigste Gelegenheit. Auch in den letztgenannten Disciplinen, in denen allerdings die Ausbildung der Mechaniker und Optiker natüremässig weit intensiver sein muss, als die der meisten anderen Gewerbetreibenden, kann ein erster Cursus doch nur das Allgemeinere geben. Das Instrumentenzeichnen ferner dürfte in den bereits bestehenden Zeichenklassen, falls das Bedürfniss hierfür sich in einer einigermaassen genügenden Bethheiligung von Mechanikern zeigt, ohne weiteres geübt werden, da allgemein das Princip herrscht, wo es nur angeht, den Zeichenunterricht zu specialisiren und die Schüler nach Modellen aus dem eigenen Gewerbe zeichnen zu lassen.

Es würde sich demnach unter den gegebenen Verhältnissen allein noch um die weitere Ausbildung, namentlich in der Physik, Chemie und Mechanik handeln, für welche Fächer allerdings das jetzige Programm der Handwerkerschule für die Angehörigen des vorliegenden Gewerbes nicht ansreicht. Für diesen Theil der Frage sind zwei Lösungen möglich. Entweder der Mechanikerverein lässt für diese weitere Ausbildung allein ihre Schule fortbestehen, in der dann nur

die bereits in der Handwerkerschule vorgebildeten und an ein geordnetes schulmässiges Arbeiten gewöhnten Schüler ihre weitere Ausbildung finden, oder die letztere erweitert ihr Programm in der angegebenen Richtung.

Schon die erste Alternative würde in finanzieller Beziehung ein wesentlicher Fortschritt gegen den jetzigen Zustand sein, da sich dann die Opfer doch bedeutend verringern würden. Doch scheint auch die Möglichkeit der zweiten Lösung der Frage, der nach den obigen Ausführungen zweifellos der Vorzug gegeben werden muss, keineswegs ausgeschlossen.

Wenn sich das Bedürfniss herausstellt, weitergehende Curse in den angeführten Fächern einzurichten, was sich in einer genügenden Betheiligung von Mechanikern zeigen würde, so ist anzunehmen, dass die maassgebenden Behörden dasselbe auch befriedigen werden. Wie nach dem jetzigen Programm die neue Handwerkerschule für viele andere Branchen eine sehr eingehende Specialausbildung namentlich nach der künstlerischen Richtung gewährt, so wird sie auch dem grossen blühenden Gewerbe der Mechanik und Optiker die mehr wissenschaftliche Ausbildung nicht versagen können.

— Die Herren A. Verbeek & Peckholdt in Dresden, deren Analysenwaagen mit constanter Empfindlichkeit den Gegenstand eines Referates im vorigen Hefte dieser Zeitschrift S. 68 bildeten, weisen in einer an die Red. gerichteten Zuschrift darauf hin, dass der Passus, ihre Neuerung eigne sich nicht für „Waagen ersten Ranges“, leicht die Deutung finden könne, auf ihre Fabrikate sei dieser Titel nicht anzuwenden. Dass die constante Empfindlichkeit ihrer Waagen durch Ueberhöhung der Endscheiden hergestellt werde, sei ein Irrthum, in den sie selbst durch den Wortlaut sämtlicher Lehrbücher versetzt worden seien, welche jeden Waagebalken für biegsam erklären. Sie hätten sich inzwischen überzeugt, dass ihre Balken innerhalb der Grenzen der Wahrnehmbarkeit biegungsfrei seien; ihr Verfahren sei somit nichts Anderes als eine correcte Höhenjustirung der Scheiden.

Wir geben den Herren Einsendern gern das Zeugniß, dass ihre Analysenwaagen ebenso gut und vielleicht mit mehr Recht die Bezeichnung von Waagen ersten Ranges verdienen, als die eines grossen Theiles der anderen Waagenverfertiger, vor deren Erzeugnissen sich die ihrigen durch eine Reihe wohlgedachter Constructionseinzelheiten und, wie aus ihrer Zuschrift hervorgeht, gründliche Justirung auszeichnen. Ihrer Deutung der Bezeichnung „Waagen ersten Ranges“ liegt jedoch ein Irrthum zu Grunde, den wir, da er vielleicht auch anderwärts herrscht, hier aufklären wollen. Analysenwaagen können nämlich ihrer ganzen Natur nach keine sogenannten Waagen ersten Ranges sein, da man nach dem bei den Metrologen üblichen Sprachgebrauche unter dieser Bezeichnung solche für viel engere Tragfähigkeitsgebiete, dann aber auch von sehr viel höherer Leistung und feinerer Construction versteht, als sie eine Analysenwaage, welche für alle Belastungen zwischen 0 und 200 g dient, gewöhnlich anweist und auch nur aufzuweisen braucht. Für dasselbe Tragfähigkeitsgebiet dient z. B. bei den Instituten, wo feinste Gewichtsvergleichungen ausgeführt werden, ein ganzer Satz von mindestens 4 Waagen ersten Ranges, deren Empfindlichkeit, nach der Grösse der Waagen geordnet, bei nicht über 20" Schwungsdauer diejenige der besseren Analysenwaage etwa um das 3, 7, 15 und 60fache übertrifft. Auf sonstige Einzelheiten einzugehen, ist hier nicht der Ort, doch steht uns gerade über diesen Gegenstand ein reiches Material zur Verfügung, welches wir unseren Lesern noch im Laufe dieses Jahrgangs und in der Ueberzeugung vorzuführen beabsichtigen, dass sich auch von dem ausschliesslich auf Waagen ersten Ranges Bezüglichen manches mit Nutzen und ohne Arbeits- und Kostenzuwachs für Analysenwaagen verwerten lassen wird.

*Die Red.*

— **E. B. in Hannover.** Als Bezugsquellen für die neuerdings unter dem Namen „Arguzoid“ in den Handel gekommene Metallcomposition, welche angeblich die Farbe und die Haltbarkeit des Silbers hat, haben wir den in Deutschland wohlbekanntesten Ingenieur Henry Simon in Manchester, 7 St. Peter's Square und die Fabrikanten Thomson, Sterne & Co., Limited, the Crown Iron Works, in Glasgow ermittelt. Der Preis von 1 Pfd. engl. (454 g) ist 1 s. 6 d. oder 1,50 M.

Nachdruck verboten.

# Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt,  
Vorsitzender.

R. Fuess,  
Besitzer.

Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz,  
Schriftführer.

Verantwortlicher Redacteur: Dr. Georg Schwirkus.

I. Jahrgang.

April 1881.

Viertes Heft.

## Astronomisches Doppel-Fernrohr.

Von

H. Goltzsch in Berlin.

### I.

Die Schwierigkeit, Objective für astronomische Fernröhre herzustellen, steigt bekanntlich in hohem Grade mit zunehmendem Oeffnungsdurchmesser derselben, nicht allein weil die Gleichförmigkeit der Glasmassen schwieriger herzustellen ist, sondern auch, weil sich mit wachsender Brennweite der Aufhebung der chromatischen und sphärischen Aberration grössere Hindernisse in den Weg stellen. Dieses Verhältniss spricht sich auch deutlich in den Preisen der Objective aus. Wenn man die Verzeichnisse der bedeutendsten optischen Firmen in dieser Hinsicht prüft, findet man, dass einer Oeffnung von doppeltem Flächen-Inhalt fast durchgängig ein mehr als doppeltes, zuweilen mehr als dreifacher Preis entspricht.

Zwei Objective verhalten sich bekanntlich in der Lichtstärke nahe wie 1:2, wenn die Oeffnungs-Durchmesser im Verhältniss 5:7 stehen. Wenn es also gelänge, zwei einander gleiche Objective durch irgend welche Mittel so zu combiniren, dass sie nur ein einziges in allen Punkten zusammenfallendes Bild lieferten, und dieses würde in gewöhnlicher Weise durch ein Ocular von einem Auge betrachtet, so ist klar, dass dieses Bild eine Helligkeit besitzen müsste, als ob es von einem einzigen, im Durchmesser-Verhältniss 5:7 grösseren Objectiv entworfen wäre, und der hieraus entspringende Vortheil läge nach dem Vorhergesagten auf der Hand. Es ist indess überflüssig, bei dieser Idee zu verweilen, da es so viel näher liegt, die Erreichung des gleichen Zwecks durch die binoculare Vereinigung zweier Fernröhre zu versuchen. Freilich ist nicht ohne Weiteres anzunehmen, dass auch hierbei wirklich die doppelte Lichtkraft erreicht wird, und die endgiltige Entscheidung kann nur von den mit einem solchen Instrument ausgeführten Beobachtungen herbeigeführt werden; sicher ist nur, dass man mit beiden Augen unter fast allen Umständen erheblich heller sieht, als mit einem einzigen. Will man über diesen Punkt mit freien Augen Versuche anstellen, so muss man zur Prüfung nicht Flächen von grosser absoluter Helligkeit, auch keine glänzenden oder intensiv gefärbten wählen. Ausserdem ist zu beachten, dass man mit dem einen Auge fast immer heller sieht, sowie auch von Farbennüancen einen etwas anderen Eindruck empfängt, als mit dem anderen. Endlich bediene man sich, anstatt die Augen abwechselnd zu öffnen und zu schliessen, lieber eines schwarzen Schirmes zur Bedeckung des einen Auges. Bei solchem Verfahren wird man häufig einen derartigen Unterschied der Licht-

intensität wahrnehmen, dass man recht wohl die mit nur einem Auge empfundene Helligkeit auf die Hälfte der mit beiden gesehenen taxiren kann; so z. B. dann, wenn man die Milchglasglocke einer brennenden Lampe zur Betrachtung wählt, und die eine Hälfte der Glocke mit einem, die andere mit beiden Augen betrachtet. Aber auch wenn man dies Alles bei Seite lassen will, bietet das binoculare Sehen so viele Vortheile dar, dass es scheint, es müsse die Construction eines wirklich brauchbaren Doppel-Fernrohrs einem wahren Bedürfniss entgegenkommen. Es ist deshalb schwer verständlich, weshalb ausser dem gewöhnlichen kleinen Perspectiv hierin bisher nichts Erhebliches bekannt geworden ist. Für das Bedürfniss spricht schon die sehr gewöhnliche Erfahrung, dass ungetübte Personen das Doppelperspectiv, ja sogar das Sehen mit freien Augen dem besten terrestrischen Fernrohr vorziehen, und zwar nur deshalb, weil ihnen das monoculare Sehen beschwerlich fällt. Hiernach würde schon die Einführung eines terrestrischen Doppel-Fernrohrs von bequemer und vor Allem richtiger Construction eine lohnende Aufgabe sein. Hier soll jedoch nur vom astronomischen Fernrohr die Rede sein, wobei es sich nicht um die Verbindung zweier Fernröhre von so mässiger Grösse, dass noch ein directes Sehen durch beide zugleich möglich ist, handelt. Man kann annehmen, dass 5 cm Oeffnung das Höchste ist, was sich noch direct binocular vereinigen lässt, wodurch nach dem Obigen eine Vergrösserung der Oeffnung von etwa  $5 \cdot \frac{2}{3} = 7$  cm erzielt würde. Dies mag auch zu vielen astronomischen Zwecken brauchbar sein, verschwindet aber neben den Leistungen eines grossen Refractors.

Man hat demnach auf indirecte Weise die Näherung der Axen bis auf die durchschnittliche Augendistanz von 6,5 cm anzustreben. Es ist wohl klar, dass dies nur durch die Anwendung von total reflectirenden Glas-Prismen geschehen kann. Unter den mancherlei sich hier mit anscheinender Leichtigkeit darbietenden Wegen sind jedoch von vorn herein alle diejenigen auszuschliessen, welche eine zweimalige Reflexion derselben Lichtbündel erfordern, sodann die, welche sehr grosse Prismen in Anspruch nehmen, endlich solche, bei denen die starke Ocular-Vergrösserung erst nach erfolgter Spiegelung stattfindet. Hauptursache dieser Beschränkungen ist die Eigenschaft aller spiegelnden Flächen, viel empfindlicher für die geringsten Ungenauigkeiten der Ausführung zu sein, als es brechende Flächen sind. Weiter wirkt ein grosses Prisma merklich stärker lichtschwächend als ein kleines, lässt auch eher eine astigmatische Einwirkung auf den Strahlengang besorgen, ferner muss Alles dies bei doppelter Spiegelung in höherem Grade hervortreten, und endlich ist wohl klar, dass ein durch Spiegelung schon an sich mehr oder weniger gefährdetes Bild keiner allzu starken Vergrösserung mehr ausgesetzt werden darf.

Nach dem Gesagten ist es also am rathsamsten, das Prisma an denjenigen Ort zu bringen, wo die Lichtbündel aus dem Ocular austretend die Axe schneiden und sich im kleinsten Raum vereinigen, also an die Stelle, wo sich sonst das Auge des Beobachters befindet. Es werden demzufolge die beiden vollständigen, einander ganz gleichen Fernröhre parallel so dicht aneinander gelegt, als ihr Durchmesser erlaubt, zugleich so, dass die correspondirenden Durchschnitte aller Linsen in denselben Ebenen liegen. Durch zwei sehr kleine rechtwinklige Reflexionsprismen, welche sich in den Augenpunkten befinden, werden nunmehr die Axen der Lichtkegel um einen rechten Winkel (wie vorläufig angenommen wird) abgelenkt und beide, wenn die Röhren horizontal liegen, senkrecht nach oben gerichtet. Da eine zweite Reflexion

vermieden werden soll, so müssen die Augen sich nothwendig in diesen secundären Axen befinden, und deshalb dürfen diese Axen keinen grösseren, noch geringeren Abstand voneinander haben, als die Distanz der beiden Augen beträgt. Daraus folgt, dass die Fernröhre nicht direct neben-, sondern auch theilweise untereinander liegen müssen und letzteres um so mehr, je grösser ihr eigener Durchmesser ist. In Fig. 1 ist diese Stellung der Röhren und die der secundären Axen verdeutlicht; die Augenweite ist mit  $A B$  bezeichnet. Die Entfernung der in gleicher Höhe befindlichen Augen von den ihnen ursprünglich zukommenden Orten ist daher nicht dieselbe für beide. Die Aufgabe ist nun, das deutliche Sehen in dieser Stellung gleichzeitig für beide Augen zu ermöglichen; und zwar muss diese Aufgabe so allgemein gelöst werden, dass sich für jeden besonderen Fall die Anwendung mit Leichtigkeit ergibt. Dies geschieht nun folgendermassen:



Fig. 1.

Man theilt die Entfernung von dem ursprünglichen Augenpunkte, an dessen Stelle sich jetzt das Prisma  $P$  (s. Fig. 2) befindet, bis zu dem neu angenommenen in vier gleiche Theile. Im ersten Viertel der Distanz befindet sich eine gleichzeitig-biconvexe einfache Crownglas-Linse von einer eben diesem Viertel gleichen Brennweite, und eine zweite ganz gleiche Linse in dem dritten Viertel der gedachten Entfernung; die dem linken Rohr angehörige Linsen haben folglich eine andere Brennweite, als die des rechten. S. Fig. 2.

Eine jede dieser Linsencombinationen wirkt nun gleichsam als ein Fernrohr ohne Vergrösserung auf die parallel wie aus unendlicher Entfernung aus dem Ocular austretenden Lichtbündel; die erste Linse entwirft in ihrem Brennpunkt ein reelles Bild; durch die zweite wird dieses von dem nun an seiner richtigen Stelle stehenden Auge betrachtet, und das schliessliche Netzhautbild hat genau die gleiche Grösse, als ob es durch das Ocular direct in der üblichen Weise gesehen würde; die Bilder sind also auch für beide Augen genau gleich gross, und werden gleichzeitig deutlich gesehen. Eine Schädigung des Bildes in Bezug auf Schärfe und Klarheit ist in keiner Weise möglich, da die chromatische und sphärische Abweichung der ersten hinzugefügten Convexlinse durch die entgegengesetzte der zweiten aufgehoben wird, wodurch die schliesslich austretenden Strahlenbündel ebenso parallel werden, als sie es beim Verlassen des Oculars waren. Die Grösse des Gesichtsfeldes hängt von der der Linsen ab; sie kann, wie bei Ocularen überhaupt, eine im Verhältniss zur Brennweite grosse sein, da von jedem Lichtbündel nur ein kleiner Theil der Linsenflächen durchsetzt wird, ganz so wie bei allen anderen Ocular-Constructionen. Ein Unterschied liegt nur darin, dass das Bild gegen das ursprüngliche halbseitig verkehrt erscheint. Da nämlich die beschriebene Linsen-Combination, wenn man sie ganz ebenso, jedoch ohne Prisma, hinter einem astronomischen Ocular anbringen wollte, ein aufrechtes Bild geben würde (und diese Einrichtung könnte in der That als terrestrisches Ocular dienen), diese Aufrechtstellung aber bei Anwendung des Prismas durch die stattfindende Spiegelung in einer Richtung wieder aufgehoben wird, so bleibt für unsern Fall zuletzt ein verkehrtes Bild bestehen, bei dem jedoch Rechts und Links so liegen, als ob es aufrecht wäre.



Fig. 2.

Dieses Verhältniss bewirkt nun für nicht sehr weite Entfernungen zugleich einen stereoskopischen Effect, wie sich leicht zeigen lässt.

Wenn die Fig. 3 die Projectionen einer entfernten runden Scheibe auf einen senkrechten weniger entfernten Pfeil für das rechte und linke Auge darstellt, wobei die Bilder des Pfeils einander näher sein müssen, als die Mittelpunkte der Scheiben, so liefert die volle Umkehrung zweier astronomischen Fernröhre dafür die in Fig. 4 dargestellte Ansicht. Die Mittelpunkte der Scheiben sind jetzt einander näher als die Pfeile, und das Bild wird pseudoskopisch, der Pfeil erscheint entfernter als die Scheibe. Wird nun in der angegebenen Art Rechts und Links wieder in die ursprüngliche Lage gebracht, während das Bild verkehrt bleibt, so erhält man die in Fig. 5 dargestellte Ansicht; die Bilder des Pfeils sind wie in Fig. 3 einander näher, als die Mittelpunkte der Scheiben, und der Pfeil erscheint wieder näher als die Scheibe, das Bild ist wieder stereoskopisch. Will man es zugleich aufrecht haben, so muss man jederseits hinter der letzten Linse noch ein rechtwinkliges Reversions-Prisma anbringen, wozu hinreichend Raum ist. Für astronomische Zwecke unterbleibt das natürlich in der Regel.

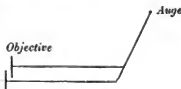
Derjenige Punkt endlich, der bei binocularen Constructionen gewöhnlich die meiste Mühe macht, nämlich die Einstellung für die verschiedenen Augenweiten, erledigt sich hier auf die denkbar einfachste Art. Da selbstverständlich die zusammengehörigen Convex-Linsen in ein Rohr gefasst sind, welches mit dem Prisma und dem Ocular fest verbunden ist, so hat man nur das eine dieser Rohre ein wenig um die Hauptaxe des Fernrohrs zu drehen, um den Enden der Augentröhre eine beliebig abgeänderte gegenseitige Entfernung zu geben, ohne dass die dadurch entstehende, auch im äussersten Fall sehr geringe Convergenz der Augen-Axen irgendwie von Nachtheil wäre. Es folgt daraus zugleich, dass bei der normalen Parallel-Richtung dieser Ocular-Röhren die geringste vorkommende Augenweite massgebend sein muss, da wohl ein Convergiiren, nicht aber ein Divergiiren der Augen-Axen möglich ist. Die Verschmelzung der beiden Bilder nun, da sie gleich gross, gleich deutlich sind und von den in Wirklichkeit verschiedenen, aber gleich gross erscheinenden Blenden symmetrisch umschlossen werden (was durch entsprechende Correction sich genau erreichen lässt) darf niemals die geringste Schwierigkeit verursachen. Man fürchte nur nicht, hier einer solchen Noth zu begegnen, wie so oft bei den gewöhnlichen, fast immer mangelhaften Stereoskopen. In einem richtig construirten binocularen Apparat (einschliesslich des gewöhnlichen Stereoskops) muss die Vereinigung der Bilder so leicht und unfehlbar vor sich gehen, wie es beim freien Sehen der Fall ist. Anderenfalls liegt stets ein Fehler oder mindestens Unzweckmässigkeit der Einrichtung vor. Es schien nicht überflüssig, dies zu bemerken, da selbst in wissenschaftlichen Abhandlungen oft eine gewisse Uebung im Binocularsehen als nothwendig hingestellt wird, während doch gerade diese Fertigkeit von einem Jeden, der nicht blind oder einäugig ist, seit seiner ersten Kindheit hinreichend geübt ist.

## II.

Die im Vorstehenden im Allgemeinen vorgetragene Idee zur Herstellung binocularer Fernröhre stösst jedoch in der Praxis noch auf manche Bedenken. Zunächst

handelt es sich um das Prisma. Wenn die aus dem Ocular ausfahrenden Strahlen die spiegelnden Flächen unter möglichst grossem Winkel treffen sollen, so muss es ein rechtwinkliges sein. Dann aber bleibt, wenn der Grenzwinkel der totalen Reflexion nicht überschritten werden soll, entweder das Gesichtsfeld sehr klein, oder es erscheint ein Segment davon abgeschnitten. Man wäre deshalb zur Versilberung der Hypotenusenfläche gezwungen. Es scheint jedoch besser, statt des rechtwinkligen ein gleichseitiges Prisma zu wählen, so dass an die Stelle der Ablenkung um  $90^\circ$  eine solche um  $120^\circ$  tritt, wobei eine jede Annäherung an den Grenzwinkel fortfällt. Die Augen-Röhren setzen sich demzufolge stumpfwinklig an die Hauptröhren an, und Alles, was bisher von der rechtwinkligen Ablenkung gesagt wurde, einschliesslich der zur Einstellung der Augenweite nothwendigen Drehung um die Fernrohr-Axe, gilt ganz unverändert auch für die stumpfwinklige, nur dass jetzt die Hauptröhren, welche stets parallel bleiben, so gegeneinander verschoben werden müssen, dass das Objectiv des einen Fernrohrs vor dem des anderen hervorragt, wie in Fig. 6 angedeutet ist.

Ein zweiter Umstand, der Bedenken erregt, ist die so erhebliche Vermehrung der Zahl der Linsen. Zwar entstehen durch die beiden hinzugefügten Convexlinsen nicht, wie man vielleicht erwarten möchte, sekundäre Reflex-Bilder; doch müssen so viele Flächen immer lichtschwächend wirken. Hier bietet sich nun der Ausweg, das gewöhnliche Huyghens'sche Doppel-Ocular durch eine einfache Concavlinse zu ersetzen, welche die austretenden Bündel ebenfalls parallel macht. Derjenige Umstand, welcher sonst dem concaven Ocular ungünstig ist, nämlich die Unmöglichkeit, das Auge an den ihm eigentlich gebührenden Ort zu bringen, wodurch eben das kleine Gesichtsfeld entsteht, ist hier ganz bedeutungslos, da das Auge ja einen ganz anderen Platz hat, und dieser ideelle Augenpunkt, welcher der vordere Zerstreungspunkt der Concavlinse ist, dient ganz ebenso nur zur Abmessung der Stellungen und Brennweiten der Convexlinsen, wie vorhin der reelle hinter dem Doppel-Ocular. Da dann auch die Zerstreungsweite der concaven Ocularlinse von der Brennweite der Convexlinse subtrahirt wird, ergibt sich noch eine Verkürzung des Ganzen; das Prisma aber wird dicht hinter die Concavlinse gesetzt und muss allerdings nun etwas grösser sein, da es bereits auseinanderfahrende Strahlenbündel aufnimmt, um sie noch weiter auseinanderfahrend austreten zu lassen. Soll aber, wie natürlich, auch eine schwache Vergrösserung angebracht werden, so kann die für diese bestimmte schwächere Concavlinse auch hinter dem Prisma ihren Platz finden; es ergibt sich dadurch eine erhebliche praktische Vereinfachung der Construction. Nehmen wir nämlich an, die stärkste Concavlinse habe ihren Platz vor dem Prisma, und die Entfernung von ihr bis zur ersten Convexlinse sei richtig abgemessen und unveränderlich fixirt, so fällt der Ort für die schwache Concavlinse näher an die Convexlinse, und die Zerstreungsweiten der verschiedenen Concavlinsen, die man anwenden will, lassen sich so wählen, dass einer jeden ein fester Platz angewiesen werden kann; sie können in Schieber gefasst werden, und zwischen diesen Schiebern, die natürlich nur wechselweise benutzt werden, bleibt genügend Raum für das Prisma. Man erspart also den bei dem Doppel-Ocular an dieser Stelle nothwendigen besonderen Auszug.



Es könnte auffallen, dass hier nicht von achromatischen Concavlinsen die

Rede ist. Die Erfahrung zeigt aber eine sehr weitgehende Verwendbarkeit der einfachen. Zunächst ist zu bedenken, dass durch die bedeutende Entfernung des Auges ein schiefes Durchsehen unmöglich gemacht wird, welches bei der gewöhnlichen Stellung des Auges dicht am Ocular oft in hohem Maasse stattfindet. Ferner sind die vorkommenden Krümmungen relativ schwache; bei einem gleichzeitig biconcaven Ocular wird nur ein Radius erfordert, wie der sonst für das Collectiv-Glas bei gleicher Vergrößerung nothwendige. Sodann lassen sich etwa auftretende Farbensäume durch eine etwas grössere Entfernung der Concavlinse von der ersten Convexlinse, als nach obiger Rechnung statthaben sollte, fortschaffen und sogar zum Umschlagen bringen. Wollte man also doch eine aus Crown- und Flint-Glas zusammengesetzte Concavlinse gebrauchen, so dürfte sie nicht einmal vollständig compensirt sein, wie auch ein in dieser Hinsicht angestellter Versuch ergeben hat. Endlich findet für die nahe der Axe einfallenden Strahlen bei Gebrauch eines einfachen concaven Oculars wirklich eine theilweise Compensation statt, während diese Strahlen bei einer jeden nur aus Convexlinsen bestehenden Combination stets untercompensirt bleiben müssen, was durch den minimalen Betrag der Abweichung bei diesen Strahlen unmerklich wird. Die ausser der Axe verlaufenden Strahlen aber können, wie schon angegeben, durch geringe Distanz-Änderungen der Linsen in derselben Weise corrigirt werden, wie beim terrestrischen Ocular.

Das Gesichtsfeld ist beim concaven Ocular allerdings nicht ganz so gross, als beim Doppel-Ocular, aber es ist nicht in der Weise des Galilei'schen Fernrohrs beschränkt; auch erscheint es natürlich mit scharfer Begrenzung durch die Blende. Die Correctheit des Bildes aber ist eine vollständige; ebenso ist die deutliche Einstellung für Rand und Mitte eine genau gleichzeitige, was man wenigstens von den schwächeren Huyghens'schen Ocularen nicht sagen kann.

Nur eine Störung ist es noch, welche das Prisma leicht verursachen kann. Die in sich parallelen Strahlenbündel, welche aus der letzten Planfläche austreten, werden an dieser auch theilweise zurückgeworfen und zum zweiten Mal total reflectirt; sie gelangen hierauf wieder zur ersten Fläche, um, von dieser nochmals partial zurückgeworfen und zum dritten Mal total reflectirt, endlich aus der letzten Fläche auszutreten und mit den primären Lichtbündeln zugleich ins Auge zu fallen. Wenn nun der Weg dieser secundären Bündel nicht vollkommen mit dem der primären zusammenfällt, was leicht durch geringe Ungenauigkeit in den Winkeln des Prisma geschehen kann, so entsteht dadurch von sehr hellen Objecten auf dunklem Grunde ein zugleich mit dem normalen im Felde sichtbares secundäres Bild. Ob dieses besser durch geringe Änderungen in den Winkeln der Prismen, so dass das secundäre Bild ausserhalb des Gesichtsfeldes fele, oder durch ein schwaches Concavschleifen der einen Prismenfläche, so dass der Parallelismus der Bündel etwas modificirt würde, zu vermeiden sei, müssen weitere Versuche lehren. Thatsächlich ist die Herstellung von in dieser Beziehung vollkommenen Prismen gelungen; um aber auch diese Schwierigkeit hinwegzuräumen und zugleich noch ein Glas zu ersparen, wurde noch der Versuch gemacht, unmittelbar in das Prisma eine Concavfläche hineinzuschleifen, was dann natürlich für jede Vergrößerung ein besonderes Paar von Prismen erfordert, mit Ausnahme der schwachen, für welche es beim Plan-Prisma und getrennter Linse verbleiben kann, da hier der Fehler gar nicht auftritt, denn die Bündel durchsetzen das Prisma nicht parallel. Dieser Versuch,



obwohl noch nicht ganz abgeschlossen, erscheint völlig gelungen, und es wäre damit die Zahl der für jedes Rohr ausser dem Objectiv erforderlichen Gläser auf nur drei reducirt, also weniger, als das terrestrische Ocular besitzt. Soweit sich bis jetzt sagen lässt, ist eine vollständige Freiheit von secundären Bildern erreicht, die man den terrestrischen Ocularen nur selten nachrühmen kann. Unter einem halben Dutzend terrestrischer Fernröhre, darunter die Hälfte aus Werkstätten ersten Ranges, habe ich nur ein ganz kleines Pariser Fernrohr von leichtester Arbeit, aber trefflicher Wirkung ganz frei von solchen Nebenbildern gefunden. Diese Eigenschaft muss aber für astronomische Zwecke unbedingt gefordert werden, und es erklärt sich wohl hieraus, dass man gezwungen ist, das namentlich bei schwacher Vergrößerung ziemlich mangelhafte Huyghens'sche Ocular beizubehalten, obwohl sich Oculare von ideeller Vollkommenheit und sehr grossem Feld aus nur 2 Linsen leicht herstellen lassen, wenn man jenen Fehler der Nebenbilder in den Kauf nehmen will. Noch darf nicht unerwähnt bleiben, dass sich das Bild bei concaven Ocularen in Betreff seiner Lage anders gestaltet, als oben für das Doppel-Ocular angegeben wurde. Es ist nämlich nunmehr das Bild schliesslich aufrecht, aber pseudoskopisch, und die beiden hinzuzufügenden Reversions-Prismen haben jetzt die Aufgabe, Rechts und Links in die normale Lage zu versetzen, und damit den stereoskopischen Effect für nähere Objecte herzustellen; es sei bemerkt, dass schon sehr bedeutende Entfernungen dazu gehören, diesen Einfluss unmerklich zu machen, und dass die pseudoskopische Wirkung in der That unerträglich ist. In einem folgenden Artikel soll über die thatsächliche Ausführung eines Doppelfernrohrs nach den auseinandergesetzten Prinzipien durch die Herren F. Schmidt & Haensch in Berlin mit Anwendung zweier Objective von Dr. Hugo Schröder berichtet werden. Zur Verdeutlichung der Ocularcombination, wie sie sich nach allen erwähnten Vereinfachungen gestaltet, sei hier noch die Fig. 7 beigefügt.

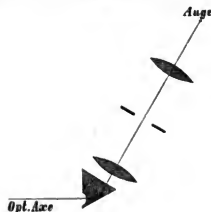


Fig. 7.

## Ueber das Normalbarometer der Pulkowaer Sternwarte.

Von  
Dr. B. Hasselberg in Pulkowa.

In der im ersten Hefte dieser Zeitschrift enthaltenen Beschreibung des für die Normal-Aichungs-Commission zu Berlin von Fuess construirten Normalbarometers wird u. A. auf die Constructionsverschiedenheiten, welche dies Instrument im Vergleich mit dem Normalbarometer des St. Petersburger physikalischen Observatoriums darbietet, aufmerksam gemacht und das letztere dabei als das einzige bis jetzt beschriebene Instrument dieser Art bezeichnet. Diese letzte Angabe ist indessen nicht exact, denn schon vor etwa 40 Jahren ist ein Normalbarometer ausgeführt und beschrieben worden, von dem das St. Petersburger Instrument sich nur in unwesentlicher Beziehung unterscheidet. Das fragliche von Girgensohn construirte Barometer, welches der Pulkowaer Sternwarte gehört, ist in der *Description de l'Observatoire*



von F. G. W. Struve, St. Petersburg 1845, indess wohl nur wenigen Lesern dieser Zeitschrift zur Verfügung steht, so erlaube ich mir, nachfolgend einiges Nähere über die Einrichtung des Instrumentes nach der *Description* anzugeben<sup>1)</sup>.

Das Instrument wird, wie die beigefügte Zeichnung zeigt, von dem dicken, eisernen Cylinder *c*, dessen oberes Ende mittels eines halbkugelförmigen Knopfs auf dem starken gusseisernen Arm *a* in einer entsprechenden Höhlung aufruhrt, getragen. Der Arm *a*, sowie ein zweiter ebensolcher *b*, welcher den Cylinder *c* unten mit den drei Correctionsschrauben *d* festhält, ist in die Mauer fest eingelassen. Diese Aufhängung gestattet das Instrument stets in diejenige Stellung zu drehen, welche den jedesmaligen Beleuchtungsverhältnissen bei der Ablesung am besten entspricht. Die Säule *c* trägt oben einen Arm *e* und weiter unten einen durch die Klemmschraube *g* festzuklemmenden Ring *j*; die beiden Stücke dienen als Träger eines zweiten, durch die Correctionsschrauben *h* justirbaren Cylinders *i*. Auf diesem zweiten Cylinder lassen sich die beiden durch Gegengewichte balancirten Mikroskopträger *l, m* verschieben und in jeder beliebigen Stellung festklemmen. Die Schrauben *h*

<sup>1)</sup> Die „*Description*“ ist in weiteren Kreisen thatsächlich so wenig verbreitet, dass die hier gegebene werthvolle und dankenswerthe Mittheilung den meisten unserer Leser völlig Neues bieten wird; dieselbe ist nicht nur historisch wichtig, sondern auch, wie wir glauben, ein nicht uninteressantes Beispiel dafür, wie dieselben Constructionsprincipien auf verschiedenen Wegen verwirklicht werden können.

Die angezogene Bemerkung des Herrn Fuess bezog sich übrigens, wie er uns mittheilt, auf die Combination von Barometer und Manometer, was allerdings nicht ausdrücklich betont ist. Für diese würde die von ihm gemachte Angabe zutreffend bleiben.

Ann. d. Red.

wirken aber nicht direct auf die Achse  $i$ , sondern auf eine dieselbe umschliessende messingene Hülse, damit nach Justirung der Axe eine Drehung derselben zur successiven Visirung der Quecksilberkuppen und der Scala möglich wird. Jeder Mikroskopträger besteht aus zwei rechtwinkligen Zapfenlagern, von denen das eine durch geeignete Correctionsschrauben justirbar ist, und in denen die Mikroskope mit gleichen cylindrischen Zapfen liegen. Die Horizontalität der Visirlinie wird durch ein auf die Mikroskope aufzusetzendes Niveau gesichert; die Messung der verticalen Distanz der beiden Quecksilberkuppen geschieht durch Vergleichung mit dem neben dem Rohr aufgehängten Maassstabe  $u$ .

Das etwa 21 mm im inneren Durchmesser haltende Rohr des Barometers, dessen beide Schenkel durch das eiserne Gefäss  $n$  mit einander communiciren, ist bei  $v$  derart gebogen, dass die beiden Quecksilberkuppen vertical über einander zu stehen kommen. Das Ganze wird von einem Rahmen getragen, welcher aus den drei durch die starken Querstücke  $r$  und  $s$  mit einander verbundenen eisernen Schienen  $o$ ,  $p$ ,  $q$  gebildet ist und seinerseits, da  $r$  und  $s$  auf dem Cylinder  $c$  beweglich sind, wegen des Gegengewichtes  $t$  innerhalb gewisser Grenzen gehoben oder gesenkt sowie festgeklemmt werden kann.

Neben dem Barometerrohr und von einem aus der Schiene  $o$  hervorspringenden Arm getragen, befindet sich die in ihrem Schwerpunkt aufgehängte messingene Scala  $u$ . Dieselbe trägt oben eine Marke und unten eine auf einem eingelegten Silberstreifen in halben englischen Linien ausgeführte 6 Zoll lange Theilung. Mittels der vier Correctionsschrauben  $w$  lässt sich eine verticale Stellung und durch die Schraube  $x$  eine verticale Bewegung derselben erzielen.

Um schliesslich die Stellung des Quecksilbers in den beiden Schenkeln beliebig verändern und damit sowohl den Kuppen vor der Beobachtung eine gute Form geben, als die Vacuumcorrection bestimmen zu können, ist dem Gefäss  $n$  nach unten eine aus einem eisernen Cylinder  $y$  bestehende Fortsetzung gegeben. Dieser Cylinder ist mit einem zweiten gut geschliffenen Glasylinder ausgefüllt, in welchem sich in verticaler Richtung ein hermetisch schliessender Kolben bewegen lässt, und zwar durch Drehung einer in der festen Mutter  $z$  eingreifenden Schraube. Diese Drehung kann mit genügender Feinheit mittels der Kurbel  $\beta$  und des in das Zahnrad  $\alpha$  eingreifenden Triebes  $\gamma$  bewirkt werden.

Bei einer Vergleichung mit der im Repertorium für Meteorologie Bd. III gegebenen Beschreibung des Normalbarometers des St. Petersburger physikalischen Observatoriums ersieht man nach dem Vorhergehenden, dass zwischen den beiden Instrumenten keine wesentlichen Verschiedenheiten existiren. Bei dem Pulkowaer Apparat finden sich alle diejenigen Constructionseinzelheiten vor, welche nach den in der genannten Abhandlung auseinander gesetzten theoretischen Principien bei einem Normalbarometer vorhanden sein müssen, woraus wieder folgt, dass diese Principien nicht nur vor 40 Jahren schon bekannt waren, sondern auch von dem Constructeur des Instruments genau berücksichtigt worden sind.

Das Barometer war erst lange Zeit an einem der die grosse Kuppel der Sternwarte tragenden Pfeiler aufgehängt, von wo es aber vor mehreren Jahren abgenommen und vorläufig auser Gebrauch gesetzt wurde. Bei der Gründung des astrophysikalischen Laboratoriums im Jahre 1876 wurde es dann daselbst wieder an einer soliden steinernen Wand aufgestellt. Bis jetzt lag, da seitdem die Arbeiten im Labo-

ratorium fast ausschliesslich auf spectroscopische Fragen gerichtet gewesen sind, kein Anlass vor, eine eingehende Untersuchung des Instruments anzustellen; sobald dies aber geschehen ist, wird sich hoffentlich Gelegenheit darbieten, über seine Leistungsfähigkeit im Vergleich mit anderen Instrumenten derselben Gattung zu berichten.

## Ein Manometer für hohen Druck.

Von

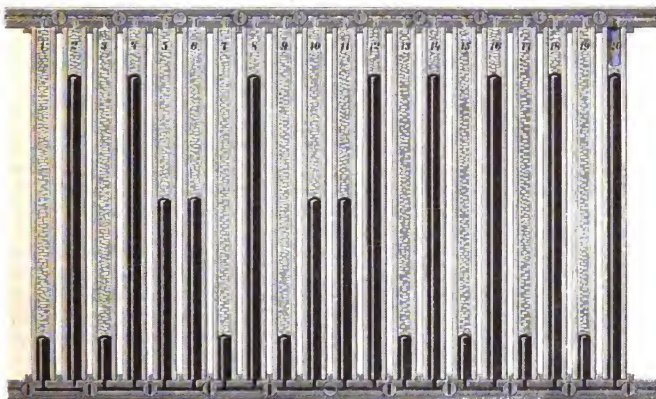
Dr. M. Thiesen in Berlin.

Die genauere Bestimmung von grösseren Druckkräften, d. h. von solchen, welche nicht mehr durch eine Quecksilbersäule von wenigen Metern Höhe gemessen werden können, bietet wesentliche Schwierigkeiten. In den Metall-Manometern besitzen wir Instrumente, welche, in hohem Grade compendiös und in der Anwendung bequem, auch den höchsten Drucken angepasst werden können; allein dieselben geben nicht ohne weiteres absolute Werthe an, sondern können nur auf Grund einer Vergleichung mit Manometern anderer Art graduirt oder geprüft werden. Das Luft-Manometer, bei welchem das Volumen einer bei Atmosphären-Druck eingeschlossenen Gas-Menge beobachtet wird, ist gegen Temperaturänderungen äusserst empfindlich und bei hohen Drucken nur schwierig mit einiger Genauigkeit abzulesen. Für genauere wissenschaftliche Untersuchungen ist dasselbe schon deshalb meist unbrauchbar, weil die Grundlage für seine Anwendung, die Abhängigkeit des Volumens der Luft von Druck und Temperatur noch nicht genügend feststeht.

Das einzige Instrument, welches allen wissenschaftlichen Anforderungen genügt, bleibt das Quecksilbermanometer. Mit Hilfe sinnreicher Vorrichtungen hat man dasselbe bereits zur Messung von sehr hohen Drucken verwandt. Regnault, der sein Manometer in einem Thurme montirte, maass damit Drucke bis zu 30 Atmosphären; neuerdings sind Amagat und Cailletet, die in regem Wettstreit ihre Manometer anfangs an steilen sorgfältig nivellirten Berg-Abhängen hinaufführten, später dieselben in artesische Brunnen und Schachte versenkten, viel weiter bis zu über 400 Atmosphären gekommen. Alle diese Anordnungen aber — und das ist der Nachtheil des Quecksilbermanometers bei hohen Drucken — sind nur unter ganz besonderen örtlichen Verhältnissen ausführbar und bedingen manche Unbequemlichkeit in der Anwendung.

Es dürfte daher von Nutzen sein, hier auf ein Princip hinzuweisen, welches die Construction eines compendiösen, in jedem Laboratorium aufzustellenden Manometers zur Messung von hohen Drucken in absolutem Maasse gestattet. Wird auch gegenüber dem einfachen Quecksilbermanometer eine kleine Complication in die Beobachtung und Rechnung eingeführt, so dürfte ein solcher Apparat doch oft zur Controle von Manometern anderer Art oder für die directe wissenschaftliche Anwendung erwünscht sein. Ich werde mich damit begnügen, das Princip eines solchen Apparates klar zu legen und einige für seine Anwendung wichtigen Punkte kurz zu berühren. Auf Details der Ausführung, die überdies von dem specielleren Zwecke des Manometers — namentlich von dem grössten Drucke, für welchen dasselbe bestimmt ist, und von der verlangten Genauigkeit — abhängen, will ich nicht eingehen.

In der beistehend schematisch und im Durchschnitte gezeichneten Figur seien 1, 2, 3, 4 u. s. w. eine Anzahl von verticalen Glasröhren, welche oben und unten in zwei horizontal verlaufende Stahlröhren eingelassen sind und durch diese mit einander communiciren. In beiden Stahlröhren befindet sich eine Anzahl von Hähnen, welche oben die Communication zwischen den Röhren 1 und 2, 3 und 4, 5 und 6 u. s. w.



unten die Communication zwischen den Röhren 2 und 3, 4 und 5, 6 und 7 u. s. w. aufzuheben gestatten. Man füllt nun den Apparat unter Vermeidung von Luftblasen ganz mit Wasser und verdrängt dasselbe zum Theil durch reines Quecksilber (oder umgekehrt), so dass das Quecksilber in den Glasröhren bis zur halben Höhe derselben ansteigt, schliesst sämmtliche Hähne, verbindet die Stahlröhre oben links mit dem Raume, in welchem der Druck bestimmt werden soll, und den wir der Einfachheit halber als ganz oder theilweise mit Wasser angefüllt annehmen wollen, und stellt in diesem Raume den Druck mittels einer Compressionspumpe her. Das Quecksilber wird jetzt in den Glasröhren 1, 3, 5 u. s. w. fallen in den Röhren 2, 4, 6 u. s. w. ansteigen; das Wasser in dem letzten mit der Atmosphäre communicirenden Rohre entfernt man schliesslich bis auf einen kleinen Rest, welcher dazu dient, die Capillarität der einzelnen Kuppen möglichst gleich zu gestalten. Ist der Druck wesentlich geringer als der grösste Druck, den der Apparat zu messen erlaubt, so kann man jetzt einzelne der Hähne öffnen oder dieselben auch von Anfang an offen lassen, wie es in der Figur beispielsweise für den zwischen den Röhren 5 und 6 (oben) und den zwischen den Röhren 10 und 11 (unten) befindlichen Hahn angedeutet ist. Dadurch gleicht sich der Niveau-Unterschied in den zur Verbindung gebrachten Röhren aus, während er in den übrigen entsprechend grösser wird.

Wie die vorstehende Darstellung ergibt, besteht das Princip des Apparates darin, dass der zu messende Druck in eine Reihe von Partialdrucken zerlegt, und jeder derselben durch ein verhältnissmässig kurzes Manometer gemessen wird; eine

Flüssigkeitssäule von geringem specifischen Gewichte überträgt den Druck von einem Manometer zum anderen<sup>1)</sup>. Die Summe der Drucke der einzelnen Quecksilbersäulen weniger der Summe der Drucke der Wassersäulen giebt den Gesamtdruck. Zur Berechnung desselben wird man die Wassersäulen mittels des bei mittleren Temperaturen nahe constant bleibenden Factors 0,0734<sup>2)</sup> auf Quecksilber reduciren, von der Summe der Quecksilbersäulen abziehen und die Differenz wie gewöhnlich auf 0° reduciren.

Für genaue Bestimmungen wird man die Abstände je zweier Quecksilberniveaus mit Hilfe eines geeigneten Comparators sämmtlich messen müssen. Um einen der üblichen drehbaren Vertical-Comparatoren (Kathetometer mit besonderem Maassstabe) anwenden zu können, müssten die Kuppen sämmtlich auf einer Cylinderoberfläche angeordnet sein. Bei grösseren Apparaten wäre zweckmässig ein eigens construirter Comparator anzuwenden, welcher aus einer horizontalen, etwa im Niveau der oberen Stahlröhre befindlichen Bahn bestehen könnte, auf welcher ein Wagen mit dem von demselben herabhängenden eigentlichen Comparator, bestehend aus einem Prisma mit zwei an demselben gleitenden Mikrometer-Mikroskopen, laufen müsste. Mit Hilfe eines in der Ebene der Röhren befindlichen Maassstabes könnten dann die einzelnen Quecksilberhöhen schnell und genau gemessen werden.

In vielen Fällen, wenn nicht die äusserste Genauigkeit erreicht werden soll, wird man sich einer der einfacheren bekannten Ablesevorrichtungen bedienen und auch diese nur an den beiden letzten Röhren anbringen. Sind die Glasröhren alle von genau demselben inneren Lumen und tritt bei der Herstellung des Druckes keine merkliche Erweiterung der Glasröhren oder ihrer Verbindungen ein, kann man auch die geringe Compression des Quecksilbers und des Wassers ausser Acht lassen, so wird das Quecksilber in allen Röhren um genau dieselbe Grösse ansteigen müssen und es genügt daher, die in dem letzten Theilmanometer gemessene Höhe mit der Zahl der in Wirksamkeit befindlichen (nicht durch Oeffnen von Hähnen ausgeschlossenen) Theilmanometern zu multipliciren. Um diesen Fall zu verwirklichen, könnte man auch die verticalen Röhren sämmtlich aus Stahl herstellen und die Niveauänderung in der letzten Röhre etwa durch eine elektrische Sonde messen, oder nur die beiden letzten Röhren wären aus Glas anzufertigen und das Verhältniss ihres Lumens zu dem der Stahlröhren festzustellen. Sind die Lumina der Röhren nicht einander gleich, oder spielen die durch den Druck selbst verursachten Aenderungen schon eine Rolle, so wird man durch Vorversuche feststellen müssen, welcher gesammte Druck einer bestimmten Niveaudifferenz in den beiden letzten Röhren entspricht. Bei diesen Vorversuchen kann man sich mit Vortheil des schon erwähnten Mittels bedienen, durch Oeffnen einzelner Hähne einzelne Röhren auszuschalten, um so den Einfluss dieser Röhren für sich zu bestimmen.

<sup>1)</sup> Dasselbe Princip kommt schon beim gewöhnlichen Quecksilbermanometer zur Anwendung, wo der gesammte gemessene Druck sich aus dem durch das Barometer gemessenen Atmosphärendrucke und dem durch das Manometer gemessenen Drucke zusammensetzt. Eine der obigen ganz ähnliche Anwendung fand das Princip in Amontons verkürztem Barometer, (nach Gehler's phys. Wörterbuch neu bearbeitet von Müncke etc. Bd. I, Abth. 2, S. 797) in den Mém de l'Acad. de France 1688. T. II. p. 39 beschrieben.

<sup>2)</sup> Genauer ist dieser Factor

|         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|
| 0,07342 | 0,07340 | 0,07340 | 0,07342 |
| bei 10° | 15°     | 20°     | 25° C.  |

## Die elektrische Pendeluhr der Stockholmer Sternwarte.

Von

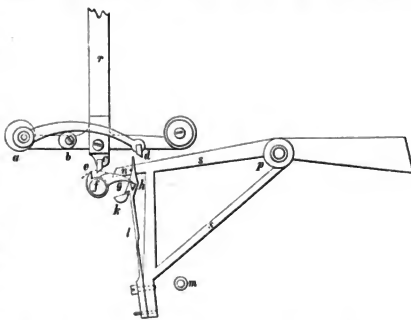
Arvid Lindhagen, Assistenten der Sternwarte zu Stockholm.

Eingesandt von Prof. Gyldeń, Director der Sternwarte zu Stockholm.

Als im December 1873 die regelmässigen Arbeiten am hiesigen Meridiankreise begannen, wurden die registrierten Durchgangsbeobachtungen unmittelbar auf ein von dem verstorbenen A. G. Theorell<sup>1)</sup> construirtes elektrisches Chronometer bezogen; dasselbe gilt von den Beobachtungen der nächstfolgenden Jahre. Bei der Versammlung der Astronomischen Gesellschaft zu Stockholm im Herbste 1877 war indessen eine für unsere Sternwarte bestellte elektrische Pendeluhr so weit fertig, dass sie der Gesellschaft vorgezeigt werden konnte. Seit der Zeit ersetzt sie die Dienste des früheren Chronometers.

Die Idee der Construction rührt ursprünglich von Theorell her, ist aber nach seinem Tode von einem hiesigen Uhrmacher C. G. Schweder aufgenommen und vervollständigt worden. Das Hauptprincip, an dem festgehalten werden musste, war das eines constanten, von der elektrischen Stromstärke unabhängigen Impulses. Zur Verwirklichung dieses Gedankens sind solche Vorrichtungen getroffen, dass in jeder Secunde ein an einem Seidenschnürchen befestigtes kleines Gewicht (von ungefähr 4 g) durch sein Fallen das Pendel in Bewegung setzt. Die Triebkraft ist also hier, ebenso wie bei den gewöhnlichen Pendeluhren, die Schwere. Der principielle Unterschied besteht darin, dass das Gewicht jede Secunde durch einen elektrischen Strom aufgezogen wird, und dass der Fall desselben nicht durch ein Sperrrad, sondern immer, in jeder einzelnen Secunde, von genau denselben Theilen der Uhr regulirt wird, wodurch man von den sonst zu befürchtenden Ungleichförmigkeiten des Sperrrades befreit ist.

Das jede Secunde wiederholte Schliessen des Stromes wird selbstverständlich durch das Pendel vermittelt, und viel hängt natürlich davon ab, ob der dabei zu überwindende Widerstand constant ist. Wir wollen deshalb den Vorgang etwas näher beschreiben. Die nebenstehende Figur stellt in natürlicher Grösse einen Theil des Uhrwerkes dar, wenn sich das Pendel in seiner Gleichgewichtslage befindet. Das Pendel selbst ist auf der Figur nicht sichtbar, der Pendelführer aber ist mit *r* bezeichnet. Während seiner Bewegung nach links wird in der ganzen Uhr keine andere Arbeit verrichtet, als dass der Stein *d* (an einem um den Punkt *a* drehbaren



<sup>1)</sup> Gest. 1875. Seine wichtigste und berühmteste Construction ist der Meteorograph.

Arme befestigt, und durch die Stütze *b* in passender Höhe gehalten) sich an der Spitze der stählernen Feder *l* vorüberschleppt. Bei der Rückkehr des Pendels nach rechts, stößt zuerst der Stein *d* gegen die Feder *l* und führt diese zur Seite, bis die an derselben befestigte prismatische Stütze *h* dem Arme *g* entzogen wird. Dieser, so wie auch der Haken *e*, ist an einer Axe *f* befestigt, um welche sich auch das oben erwähnte Schnürchen des Gewichtes windet. Sobald daher die Stütze *h* entfernt wird, dreht das fallende Gewicht die ganze Axe *f*, und der Haken *e* stößt gegen den Stein *c*, wodurch dem Pendel ein Impuls gegeben wird. Im nächsten Augenblicke wird die Feder *l* so viel zur Seite geführt, dass sie von der Stütze *k* frei wird, wonach sie, durch die Schwere des um den Punkt *p* drehbaren Rahmens *s*, mit diesem gegen den festen Stift *m* hinunterfällt. Hiermit endigt der vom Pendel zu überwindende Widerstand. Das Schliessen des Stromes wird jetzt auf einfache Weise durch noch einen Haken an der Axe *f* bewerkstelligt, worauf der Rahmen *s* durch den Strom in seine ursprüngliche Lage zurückgehoben wird. Da dies nur bei den Pendelschwingungen nach rechts geschehen kann, und doch jede Secunde eintreffen muss, versteht man, dass die Uhr mit einem Halbsecundenpendel versehen ist.

Man sieht nun leicht ein, dass das Pendel und der elektrische Strom direct nichts mit einander zu schaffen haben, und dass die Constanz des Widerstandes hauptsächlich davon abhängt, dass der Haken der Feder *l* immer gleich weit auf den Stein *k* eingreift. Und da dies durch einen kleinen Stift *n*, gegen welchen die Feder drückt, gesichert wird, kann man wohl den vom Pendel zu überwindenden Widerstand als in befriedigendem Grade constant bezeichnen.

Was die Aufstellung der Uhr anbelangt, theilen wir Folgendes mit. Sie steht unter einer Glasglocke auf einem besonderen steinernen Pfeiler in einem verschlossenen Kellergewölbe der Sternwarte, wo die Temperatur im Laufe des Jahres sich nur um wenige Grade ändert, und also eine nicht ganz vollständige Compensation des Pendels von unmerklichem Einflusse sein würde. Man hat auch versucht, den Luftdruck in der Glocke constant zu halten, aber die nach dieser Richtung hin angestellten Versuche haben nicht zu dem erwünschten Ziele geführt. Ein Zifferblatt gewöhnlicher Art, durch Räder unmittelbar mit der Uhr verbunden, giebt es nicht, sondern der durch das Pendel in jeder Secunde einmal geschlossene Strom wird durch einen im Beobachtungssaale befindlichen Elektromagneten geführt, dessen Anker die Zeiger eines Zifferblattes in Bewegung setzt. Macht man die Batterie nur hinreichend stark, so kann die Uhr eine beliebige Anzahl von Zifferblättern reguliren. Gegenwärtig sind hier zwei solcher Zifferblätter, eines im Thurme des Aequatorials, das andere in einem an den Meridiansaal stossenden Zimmer.

Aus dem Angeführten geht hervor, dass die Triebkraft der Uhr so wie auch ihre Temperatur constant sind, dass die Constanz des Pendelwiderstandes befriedigend, und die Aufstellung eine möglichst feste ist. Erfährt man noch, dass die stützenden Theile des Uhrwerkes von sehr solidem Bau sind, und dass von Abnutzungen in diesen drei Jahren auch nicht die geringste Spur wahrzunehmen gewesen ist, so wird es nicht befremden, dass die Uhr im Allgemeinen recht gut, zeitweise sogar vortrefflich, und immer mit einer für differentielle Beobachtungen hinreichenden Genauigkeit functionirt hat. Vielmehr dürfte es überraschend sein, dass die Regelmässigkeit des Ganges im Laufe längerer Perioden dennoch nicht so



gross gewesen ist, wie man es von der einfachen Construction erwarten könnte, wofür die Ursache wohl zum Theil in der Kürze des Pendels zu suchen ist. Indessen kann ich mittheilen, dass Herr Schweder jetzt eine Methode erdacht hat, um nach denselben Principien eine Uhr mit Secundenpendel herzustellen. Ein anderer Uebelstand scheint mir in dem Umstande zu liegen, dass die durch den Strom direct in Bewegung gesetzten Theile mit einer solchen Kraft wirken, dass man zu befürchten hat, es könnten trotz des starken Baues kleine störend einwirkende Erschütterungen stattfinden.

Obgleich also die hier kurz beschriebene Uhr noch einiger Verbesserungen bedarf, um auch den strengsten Anforderungen der Wissenschaft zu genügen, dürfte doch ihre Construction einige neue Ideen darbieten, die es verdienen bekannt zu werden, und die hoffentlich auch andere Constructeure veranlassen werden, sie aufzunehmen und möglichst zu vervollkommen.

Die Uhr ist in der Fabrik des Herrn Linderoth in Stockholm verfertigt.

---

## Ueber die Beleuchtung der Mikrometer-Einrichtungen in Teleskopen und Mikroskopen und einige damit verwandte Fragen.

Von

Prof. Dr. W. Foerster in Berlin.

### II.

Nach der in dem Abschnitte I dieser Mittheilungen — siehe das Januarheft dieser Zeitschrift — enthaltenen Darlegung derjenigen Bedingungen, welche von einer Mikrometer-Beleuchtung mehr oder weniger vollständig erfüllt werden müssen, wenn dieselbe hinreichend richtige Messungs-Ergebnisse liefern soll, und mit Bezugnahme auf die dort eingeführten Bezeichnungen und sonstigen Festsetzungen will ich nun die Fehler der mikrometrischen Messungen, wie sie durch eine mangelhafte Beleuchtung der Mikrometer entstehen können, im Einzelnen etwas näher erläutern.

Dies wird am anschaulichsten dadurch geschehen, dass eine schematische Darstellung der elementarsten und unvollkommensten Art der Mikrometer-Beleuchtung den weiteren Erörterungen zu Grunde gelegt wird.

Während bei der normalsten und vollkommensten Art der Mikrometer-Beleuchtung derjenige Lichtkegel, mittels dessen von dem Mikrometerpunkt  $M_1$  auf der Netzhaut des Auges das positive oder negative (Schatten-) Bild  $M_2$  entsteht, genau dieselbe Lage, denselben Querschnitt und innerhalb des letzteren dieselbe Intensitätsvertheilung des Lichtes haben muss, wie derjenige Lichtkegel, durch welchen von dem mittels des Objectivsystems erzeugten Bilde  $B_1$  das Bild  $B_2$  auf der Netzhaut entworfen wird, kann man als die fehlerhafteste Art der Mikrometer-Beleuchtung eine solche bezeichnen, bei welcher von dem Mikrometerpunkt  $M_1$  mittels eines einzigen Strahles, der überdies gegen die Axe der zu den Bildern  $B_1$  und  $B_2$  gehörigen Lichtkegel erheblich geneigt ist, ein Schattenbild  $M_2$  zu Stande kommt.

Der Verlauf der unter solchen Bedingungen entstehenden Abbildungen des Mikrometerpunktes  $M_1$  und die dabei unter Umständen eintretenden Abweichungen der

Lage seines Bildes  $M_2$ , von der Lage des Bildes  $B_2$ , desjenigen Objectes  $B_0$ , dessen erstes Bild  $B_1$ , mit  $M_1$  zusammenfällt, lassen die Figuren 1, 2 und 3 deutlich erkennen.

In Fig. 1 ist das Ocular durch seine beiden Haupt-Ebenen  $P$  und  $P'$  und das Auge ebenfalls durch seine beiden Haupt-Ebenen  $p$  und  $p'$  bezeichnet; ferner sind  $F_1$  und  $F_2$  die beiden Haupt-Brennpunkte des Oculars,  $f_1$  und  $f_2$  die beiden Haupt-Brennpunkte des Auges.

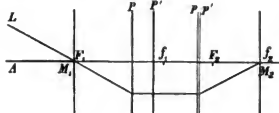


Fig. 1.

Die durch  $F_1$  gelegte Focal-Ebene des Oculars ist in Fig. 1 als mit der Mikrometer-Ebene zusammenfallend angenommen; ferner ist angenommen, dass der Mikrometerpunkt  $M_1$  und das vom Objectiv erzeugte Bild  $B_1$  mit  $F_1$  zusammenfallen.

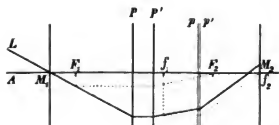


Fig. 2.

Endlich soll — der Vereinfachung der Darstellung halber — in Fig. 1, ebenso wie in Fig. 2 und 3, die durch den zweiten Haupt-Brennpunkt  $f_2$  des Auges gelegte Bild-Ebene stets in die lichtempfindliche Schicht der Netzhaut fallen.



Fig. 3.

Ist  $M_1$  ein undurchsichtiger Punkt, so wird derselbe unter obigen Annahmen schon durch die Strahlen, welche, vom Objectiv (von links) her kommend, im Bilde  $B_1$  zusammentreffen, in der in Abschnitt I unter Nr. 1 erörterten Weise als Schattenbild sichtbar gemacht. Sieht man aber hiervon ab, was auch

bei obigen Annahmen, z. B. dann nothwendig ist, wenn  $B_1$  sich durch die Mikrometer-Ebene bewegt, und richtet man, um  $M_1$  stetig und nicht bloss im Augenblick des Zusammenfallens mit  $B_1$  sichtbar zu machen, eine besondere künstliche Beleuchtung des Punktes  $M_1$  in solcher Weise ein, dass ein seitlich von der Axe gelegener leuchtender Punkt  $L$  seine Lichtstrahlen durch die Mikrometer-Ebene auf das Ocular sendet, so wird auf der Netzhaut von diesem Punkte  $L$  ein ausgedehntes Zerstreungsbild entstehen, innerhalb dessen der einzige, von dem undurchsichtigen Mikrometerpunkt  $M_1$  aufgefangene Strahl  $LM_1$  fehlt, und hierdurch entsteht ein Schattenbild  $M_2$  an derjenigen Stelle, wo der Strahl  $LM_1$ , wenn er nicht durch  $M_1$  gehemmt wäre, die Netzhaut treffen würde, nämlich in  $f_2$ .

Unter den in Fig. 1 dargestellten Umständen wird auch bei der vorstehend geschilderten Art der künstlichen Beleuchtung des Mikrometerpunktes, die wir oben als die unvollkommenste überhaupt denkbare bezeichnet haben, stets, sobald  $M_1$  und  $B_1$  zusammentreffen, auch  $M_2$  mit  $B_2$  zusammenfallen, wie auch immer (innerhalb der Grenzen dieser elementaren Darstellbarkeit der Abbildungsphänomene bei centrirten sphärischen Flächen) die Lage sein möge, welche dabei der Lichtkegel, dessen Scheitel  $B_1$  ist, gegen den Strahl  $LM_1$  hat. —

Auch in dem in Fig. 1 angenommenen Falle werden aber, wenn die Beleuchtung von  $M_1$  durch einen einzelnen gegen die Axe des Lichtkegels von  $B_1$  oder

gegen die Axe des Systems geneigten Strahl, bezw. durch einen von  $L$  ausgehenden sehr dünnen Lichtkegel geschieht, solche Abweichungen der Lage von  $M_2$  gegen  $B_2$  entstehen können, welche von der Ordnung der sphärischen und unter Umständen auch der chromatischen Aberrationen sind.

Zu dieser Beleuchtungsart ist übrigens noch zu bemerken, dass sie nicht bloss dann Platz greift, wenn die Lichtquelle  $L$  ein leuchtendes Object von sehr kleiner Ausdehnung ist, so dass die von ihren einzelnen leuchtenden Punkten nach  $M_1$  gerichteten Geraden, welche jenseits  $M_1$  dem zur Erzeugung des Bildes  $M_2$  dienenden Schattenkegel angehören, nur ein sehr dünnes Bündel bilden, welches man als einen einzigen Strahl darstellen kann, sondern auch dann, wenn man durch geeignete Hilfsmittel die von einer punktförmigen Lichtquelle  $L$  herrührenden Strahlen, bevor sie die Mikrometer-Ebene erreichen, unter einander nahezu parallel gemacht hat.

Die unter den Annahmen der Fig. 1 anscheinend sehr geringe Gefahr des Entstehens von Abweichungen zwischen  $M_2$  und  $B_2$ , wird nun aber, bei dieser Art der Sichtbarmachung von  $M_1$  durch sehr dünne und gegen die Axe und gegen die Lichtkegel von  $B_1$  und  $B_2$  erheblich geneigte Strahlenkegel, sehr bedeutend dadurch gesteigert, dass man in der Regel, besonders bei Teleskopen, bei deren Anwendung die Bilder  $B_1$  in Folge der atmosphärischen Störungen meist unruhig und unscharf sind, das jedesmalige Zusammenfallen der Focal-Ebene  $F_1$  des Oculars mit der betreffenden Bild-Ebene des Objectivs nicht an der Qualität der Bilder  $B_2$ , sondern an der Schärfe der Bilder  $M_2$  erprobt, nachdem man vorher bei besonders günstigen und ruhigen Bildern  $B_1$ , und meistens auch bei vollkommener Art der Beleuchtung von  $M_1$ , z. B. durch das Licht des Himmelsgrundes, das Zusammenfallen der Mikrometer-Ebene mit der Bild-Ebene des Objectivs hinreichend und für andauernde Umstände der Temperatur u. s. w. geprüft und gesichert hat.

Die hiernach auf die richtige, der Fig. 1 entsprechende Stellung des Oculars mittels deutlichster Abbildung der Mikrometer-Punkte, -Striche, -Fäden u. s. w. im Auge zu machende Probe wird aber ausserordentlich unsicher, wenn die Licht- oder Schattenkegel, mittels welcher die Mikrometerpunkte sichtbar gemacht werden, sehr dünn und fast nur einem einzigen Strahl gleich zu achten sind. In diesem Falle kann man nämlich dem Ocular sehr starke Bewegungen längs der Axe, d. h. der ersten Focal-Ebene desselben sehr starke Abstände von der mit der Bild-Ebene des Objectivs zusammenfallenden Mikrometer-Ebene ertheilen, ohne dass die von den Mikrometerpunkten alsdann auf der Netzhaut entstehenden Zerstreungsbilder, da deren Querschnitte bei einem sehr dünnen Strahlenbündel fast unverändert sehr klein bleiben, selbst starke Einstellungsfehler des Oculars irgend erkennen lassen.

Schon bei kleinen Abständen der Mikrometer-Ebene und Bild-Ebene des Objectives von der Focal-Ebene des Oculars entstehen aber, wenn die Beleuchtung der Mikrometerpunkte durch einzelne, gegen die Axe geneigte Strahlen bewirkt ist, sehr erhebliche Verschiebungen von  $M_2$  gegen  $B_2$  auf der Netzhaut, welche zu groben Fehlern der mikrometrischen Einstellungen von Object-Bildern führen.

Fig. 2 lässt dies für den Fall, dass die erste Focal-Ebene des Oculars vom Auge aus gerechnet vor der Mikrometer-Ebene liegt, erkennen. Verfolgt man nämlich in diesem Fall den Strahl  $LM_1$  nach den bekannten, für die erste Näherung der dioptrischen Abbildungen mittels centrirter sphärischer Flächen geltenden Anweisungen, gemäss der Lage der Haupt-Ebenen und der Haupt-Brennpunkte, so er-

giebt sich, dass der zur Sichtbarmachung von  $M_1$  auf der Netzhaut dienende Strahl die letztere in einem Punkte  $M_2$  trifft, welcher jetzt mit dem Bilde  $B_2$  (in der Figur nur mit  $f_2$  bezeichnet) oder vielmehr mit dem Centrum  $B_2$  des Zerstreuungsbildes, das unter diesen Umständen im Auge von dem mit  $M_1$  zusammenfallenden Bilde  $B_1$  des Objectes  $B_0$  entsteht, nicht mehr zusammentrifft. Mit anderen Worten, der mikrometrische Ort des Objectes erscheint durch diese Verschiebung von  $M_2$  gegen  $B_2$ , welche eine blosse Folge unvollkommener Focaleinstellung des Oculars ist, verfälscht, und zwar um einen Betrag, welcher, wie man aus den Fig. 2 und 3 leicht erkennt, einer scheinbaren Verschiebung des Bildes  $B_1$  in der Mikrometer-Ebene um das Product der Strecke  $M_1F_1$  mit der Tangente des Neigungswinkels der Geraden  $LF_1$  gegen die Axe gleichkommt; denn es scheint jetzt nicht mehr  $M_1$ , sondern derjenige Punkt der Mikrometer-Ebene mit  $B_1$  zusammenzufallen, in welchem der Strahl  $LF_1$  die letztere schneidet<sup>1)</sup>.

Der entgegengesetzte Verlauf der scheinbaren Ortsveränderungen von  $B_1$  in der Mikrometer-Ebene findet statt, wenn der Fehler der Ocular-Einstellung, wie in Fig. 3 dargestellt ist, nach der entgegengesetzten Seite, d. h. wenn die erste Focal-Ebene des Oculars hinter der Mikrometer-Ebene liegt.

Es braucht kaum hinzugefügt werden, dass ganz ähnliche Bewegungseffecte des Bildes  $M_2$  eines Punktes  $M_1$  der Mikrometer-Ebene, wie sie hier auf der Netzhaut lediglich durch kleine Verschiebungen des Oculars in der Richtung der Axe hervorgerufen werden, auch dadurch entstehen können, dass die Accommodation des Auges eine andere wird, und dass in Folge dessen die zweite Focal-Ebene des Auges etwa vor der Netzhaut zu liegen kommt.

Es ist experimentell erwiesen, dass es bei Beleuchtungen von der in Rede stehenden Art, wie sie bei Durchgangsinstrumenten und Meridiankreisen sehr berühmten Ursprungs in den letzten Jahrzehnten vorgekommen sind, möglich ist, durch blosse Veränderungen der Focal-Einstellungen des Oculars, und ohne dass die Bilder der Mikrometerfäden merklich an Deutlichkeit einbüßen, Verschiebungen des Bildes eines Mikrometerfadens auf der Netzhaut bis zum mikrometrischen Betrage von 5 bis 10 Bogensekunden, nach jeder Seite von der normalen Lage aus gerechnet, hervorzubringen.

Am eklatantesten tritt diese Erscheinung hervor, wenn zwei einander gegenüberliegende seitliche Lichtquellen  $L$  von kleiner Ausdehnung zur Beleuchtung der Mikrometer-Einrichtungen vorhanden sind.

In dem in Fig. 1 dargestellten Falle der Ocular-Einstellung erblickt man dann von jedem Mikrometerfaden nur ein Bild; sobald man aber im Sinne von Fig. 2 oder 3 die Focal-Einstellung des Oculars ändert, treten sofort zwei deutliche Bilder von jedem Mikrometerfaden hervor, deren mikrometrische Entfernung von einander man ohne merklichen Deutlichkeitsverlust selbst bei einem Fernrohr von 2—3 Meter Focal-Länge bis auf 10 oder 15 Bogensekunden bringen kann. Lässt man in diesem Falle die eine Lichtquelle  $L$  etwas intensiver als die andere wirken, so dass man die beiden auseinander tretenden Schatten-Bilder eines Mikrometerfadens im Verlaufe ihrer Ortsveränderungen durch ihre verschiedene Intensität unterscheiden kann, so

<sup>1)</sup> Siehe auch die entsprechende Darstellung in dem Jahrgange 1819 der Mailänder Ephemeriden.

liefern diese Ortsveränderungen sehr gute Darstellungen des am Schlusse des Abschnittes I erwähnten Scheiner'schen Versuches.

Natürlich halten sich die bei solchen Einrichtungen möglichen Ortsveränderungen der Bilder der Mikrometer-Punkte u. s. w. bei den Messungen selbst in viel engeren Grenzen, da die sie verursachenden Veränderungen der Focal-Einstellung des Oculars alsdann durch die Bedingung, dass sie die Deutlichkeit des Bildes  $B_2$ , z. B. des Bildes eines Sternes nicht merklich afficiren dürfen, beträchtlich eingeschränkt werden. Indessen ist bereits oben bemerkt worden, dass die Beurtheilung der Deutlichkeit der Bilder der Objecte in vielen Fällen, besonders bei Teleskopen und bei ungünstigen Luftzuständen, trotz der relativ grossen Querschnitte der bezüglichen Lichtkegel, und des dadurch bedingten schnellen Anwachsens der Grösse der Zerstreuungsbilder bei Veränderungen der Focal-Einstellung, eine schwierige und unbestimmte ist, so dass man in der That die beiden, bei obiger Art zweiseitiger Beleuchtung und bei fehlerhafter Ocular-Einstellung auseinander tretenden Bilder eines Mikrometerfadens in gewissen Fällen um mehrere Bogensecunden getrennt sehen kann, während das zwischen ihnen befindliche Bild eines Sternes noch deutlich und scharf genug für die Einstellung erscheint.

Die symmetrische Anbringung zweier seitlichen Lichtquellen  $L$  von gleicher Intensität und Ausdehnung scheint auf den ersten Blick ein genügendes Mittel darzubieten, die bei der sonstigen Unvollkommenheit dieser Beleuchtungsart möglichen Fehler der mikrometrischen Messungen fast ganz vermeidbar zu machen. Das genaue Zusammenfallen der bei zwei seitlichen Lichtquellen dieser Art entstehenden beiden Bilder jedes Mikrometerfadens charakterisirt nämlich hier die richtige Ocular-Einstellung (nach Fig. 1) viel schärfer, als sonst die Deutlichkeit der Bilder  $B_2$  oder der einzelnen Bilder  $M_2$ . Man hat eben in diesem Auseinandertreten der Bilder des Mikrometerfadens die schnelle Ausbreitung eines grossen Zerstreuungsbildes, in welchem aber nur zwei isolirte, einander gegenüberliegende Strahlenbündel zur Wirkung kommen, zu erkennen.

Man könnte sogar meinen, diese Einrichtung, ausser zur scharfen Controle der richtigen Focal-Einstellung, auch noch zu besonderen mikrometrischen Zwecken, z. B. zur Erzeugung eines bestimmten, für Bestimmung der periodischen Ungleichheiten der Mikrometerschrauben u. s. w. tauglichen Intervalles zweier Fadenbilder — ähnlich der Leistung des von Winnecke für diesen Zweck angegebenen sinnreichen Apparates<sup>1)</sup> — benutzen zu können.

Man wird jedoch gut thun, sich von der Ausnutzung so dünner und gegen die Axe geneigter Licht- oder Schattenkegel zu irgend welchen feinen Messungszwecken, selbst bei der oben erörterten symmetrischen Verwendung derselben, thunlichst fern zu halten.

Das Operiren mit Lichtkegeln von sehr kleinen Querschnitten hat bei den Unvollkommenheiten der dioptrischen Werkzeuge und besonders des Auges, zumal wenn diese Lichtkegel ziemlich weit ausserhalb der Axen zur Wirkung kommen, jedenfalls grosse Bedenken gegen sich.

Da man bei der Beleuchtung der Mikrometer-Einrichtungen nicht unter allen Umständen mit Lichtkegeln arbeiten kann, welche genau und vollständig mit den zur

<sup>1)</sup> Siehe u. A. Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879, S. 30.

Abbildung der Objecte dienenden Lichtkegeln zusammenfallen, so muss man mindestens darauf halten, dass die Axen der ersteren Lichtkegel mit denen der letzteren zusammenfallen.

In dem folgenden Abschnitt will ich, anknüpfend an die Erörterungen in Nr. 6 des I. Abschnittes, eine Reihe von mehr oder minder gebräuchlichen Beleuchtungsarten und vorkommenden besonderen Beleuchtungs-Aufgaben (Collimatoren, Nadir-Beobachtungen, spiegelnde Maassflächen u. s. w.) nach den allgemeinen in Abschnitt I und II aufgestellten Grundlagen näher untersuchen.

### Berichtigung

zu dem in Heft III S. 84 dieser Zeitschrift enthaltenen Aufsatz:

#### Ueber den Einfluss der menschlichen Expirationsluft auf Wägungsergebnisse.

In Folge eines Versehens ist auf S. 85 dieser Zeitschrift, Z. 10 v. u., statt des Ausdruckes für die procentische Aenderung, welche der Gewichtswerth der Volumeneinheit trockener Luft durch Verunreinigung mit Expirationsluft erfährt, derjenige für die absolute Aenderung zum Ausdruck gelangt; die rechte Seite der angegebenen Gleichung ist somit noch durch das Gewicht der Volumeneinheit trockener kohlenstofffreier Luft (nach Regnault 1,293 g pro l) zu dividiren. Ferner ist der Mindergehalt der trockenen Expirationsluft an Sauerstoff in Folge eines Druckfehlers zu 4,91 statt zu 4,93 % angegeben. Unter Berücksichtigung dieser Correcturen erhält man die berichtigte Formel

$$\Delta y = 0,413 \Delta k,$$

und die als Beispiele unter verschiedenen Voraussetzungen berechneten Fehlerbeträge fallen um ca. 20 % kleiner aus, als in dem Aufsatz angegeben. Die an die Rechnungsbeispiele geknüpften Schlussfolgerungen bleiben hiervon unberührt.

G. Schwirkus.

### Kleinere Mittheilungen.

#### Umgliessen von Glas und Porzellan mit Zinn.

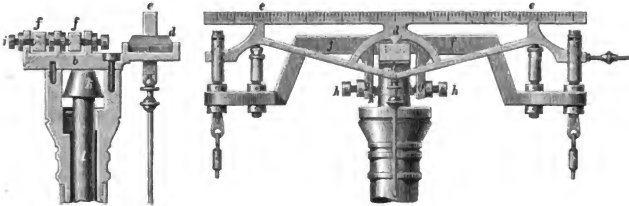
Es unterliegt durchaus keinen Schwierigkeiten, Glas- oder Porzellan-Gefässe mit Zinn oder einer Legirung aus Zinn und Blei, vorthellhaft im Verhältnisse von 2:1, zu umgiessen, mag das Gefäss cylindrisch oder vieleckig oder konisch sein. Es kann hierbei dieses Umgiessen in Form von Reifen oder Endringen mit beliebiger Complication durchgeführt werden. Die Form kann auf dem Gefässe in Thon, Papiermaché, Papier oder Pappe hergestellt werden, nur muss sie gut getrocknet sein; die entstandenen Sprünge hat man mit Thon und hierauf mit Firniss gut zu verschliessen, endlich die Form bis zum beginnenden Bräunen von Papier vorzuwärmen. Hierzu kann ein Sandbad benützt werden, welches man sammt dem daraufgelegten Gegenstand in einen erwärmten Raum, z. B. die Bratröhre eines Kochherdes einschleibt. In die gut vorgewärmte Form wird das nur sehr wenig überhitzte Metall eingegossen; es muss kurze Zeit flüssig bleiben, wenn der Guss recht dicht und fehlerfrei werden soll. Die Erhitzung der Form übersteigt daher bei richtigem Vorgange den Schmelzpunkt des Metalles, in welchem Falle ein Springen des Glasgefässes oder Misslingen des Gusses nicht zu besorgen ist.

Prof. Fr. Kieck.

### F. Sartorius' Arretirvorrichtung für Präcisionswaagen.

Prof. Mendeleef hat zuerst vorgeschlagen, die vertical verschiebbaren Arretirvorrichtungen für Waagen durch drehbare Hebel zu ersetzen (Carl's Repertorium Band 9. S. 91). Im „Bericht über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung im Jahre 1876“, S. 250 hat Dr. Loewenherz die M.'sche Einrichtung ausführlicher beschrieben und eine andere von Stollenreuther in München herrührende Arretirvorrichtung ähnlicher Art mitgetheilt.

F. Sartorius in Göttingen hat dasselbe Princip in einer recht zweckmässigen Anordnung zur Ausführung gebracht. Die nachfolgende Figur stellt die Einrichtung zur Arretirung des Balkens und der Gehänge dar. Auf dem Lagerstück *b*, welches die Mittelpfanne *c* trägt,



sind die beiden Arretirungsträger *ff* durch zwei Spitzenschrauben *ii* so befestigt, dass sie sich um Punkte drehen können, die genau in der Drehungsaxe der Mittelschneide liegen. An den Trägern *ff* sind zwei seitliche Lappen *gg* angebracht und durch diese zwei andere Spitzenschrauben *hh* durchgesteckt, deren Enden an dem Conus *k* anliegen. *k* ist auf die Arretirungsstange *l* aufgesteckt und diese ruht auf dem üblichen Excenter. Bei Bewegung des letzteren wird *k* angehoben, die Träger *ff* werden dann um die Spitzen der Schrauben *ii* gedreht und die auf *ff* aufgesetzten Arretirungssäulchen erreichen den schwingenden Balken, in welcher Schwingungsphase sich dieser auch befinden mag, ohne dass die Pfannen der Gehänge auf den Endschnitten versetzt werden.

Die Arretirung der Schalen wird durch eine ganz ähnliche Einrichtung bewirkt.

### Umschalter für Schlauchleitungen an Stelle des Vierweghahnes.

Einen bequemen, einfach und mit verhältnissmässig geringem Materialaufwand herzustellenden Ersatz für Vierweghähne bietet in denjenigen Fällen, wo der Umschalter des Zu- und Abflusses nicht in eine starre Rohrleitung, sondern in eine Schlauchverbindung einzuschalten ist, die in nebenstehender Figur dargestellte von B. Pensky in Berlin herrührende kleine Einrichtung. Dieselbe besteht aus zwei plan gedrehten und aneinander geschliffenen runden Metallplatten, welche sich gegeneinander um einen Zapfen drehen lassen, der in der einen Platte befestigt ist. Die Platten werden durch eine Feder gegeneinander gepresst. In jeder derselben befinden sich zwei diametral angeordnete Rohre in gleichen Abständen vom Drehzapfen, auf welche die 4 Schläuche, welche die Zu- und Ableitung besorgen, aufgeschoben werden. Durch Verdrehen der beiden Scheiben gegeneinander um 180° wird Zu- und Abfluss vertauscht, durch eine Drehung um 90° wird die Leitung abgeschlossen. Besonders dürfte sich diese Anordnung für Schläuche von grösserem Querschnitte, jedoch nur für geringe Drucke, an Stelle von Vierweghähnen eignen.



## Vereinsnachrichten.

**Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik.** Sitzungen vom 15. und 29. März. Vorsitzender: Herr Dörfel.

Nach einem Vortrage des Herrn Professor R. Weber: „Ueber Naphtaäther und dessen Explosionsfähigkeit, mit Experimenten“ verbreitet sich Herr Polack über die Geschichte, Herstellung und Verwendung der „leuchtenden Farben“ unter Vorzeigung verschiedenartiger Proben. Da im Märzheft d. Zeitschr. bereits eine ausführlichere Mittheilung über diesen Gegenstand enthalten war, so genügt es, aus dem Vortrage einige wenige Punkte nachzutragen, deren dort nicht Erwähnung geschehen ist. Bei jeder der leuchtenden Farben hält die stärkste Lichtentwicklung mit intensiver Färbung nur 15—20 Minuten nach der Belichtung an, alsdann bleibt ein mildes weisses Licht zurück, welches jedoch zur Erkennbarkeit im Dunkeln völlig ausreicht. Unter den verschiedenen Verwendungen des leuchtenden Anstrichs, soweit sie bereits erfolgt oder versucht sind, kommt diese Sachlage am meisten der Erleuchtung der Eisenbahncoups bei Tunneldurchfahrten zu gute, da hier gerade der günstigste Moment wahrgenommen wird. Um in dunklen Räumen sogleich wieder die Maximalwirkung herzustellen, genügt eine Belichtung durch Abbrennen von 3—4 cm Magnesiumband. Durch Erwärmung (z. B. durch blosses Auflegen der warmen Hand) wird die Emission des eingesaugten Lichtes wesentlich beschleunigt; die Leuchtkraft wird also momentan eine viel stärkere, um nachher um so früher zu verschwinden. In der Sitzung vom 29. März schilderte Herr Dr. Slaby in einem Vortrage: „Ueber directe Ausnutzung der Wärmestrahlen der Sonne“ eingehend die Geschichte und den gegenwärtigen Stand der Sonnenkraftmaschinen. Herr Hirschmann ladet die Mitglieder zur Betheiligung an der in Berlin demnächst stattfindenden Ausstellung auf dem Gebiete der Hygiene und des Rettungswesens ein. Die Gesellschaft beschliesst hierzu einen Delegirten zu ernennen und wählt einen solchen in der Person des Herrn Hirschmann.

Der Schriftführer: *Blankenburg.*

## Bücherschau.

**Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung im Jahre 1879,** herausgegeben von Regierungsrath Dr. L. Loewenherz. Berlin 1880, Verlag von Julius Springer. (Schluss).

Ueber Mikroskope berichtet Prof. Fritsch, er hebt hierbei viele Fabrikanten rühmend hervor, Amel Nachfolger, Fuess, Kaiser, Klönne & Müller, Schieck, Thate, Wächter, endlich Schmid & Hänsch. Bei den Hänsch'schen Instrumenten sind die Einrichtungen bemerkenswerth, um Probeobjecte in allen ihren Theilen genau zu durchmustern. Hänsch hat nachgewiesen, dass bei der gewöhnlichen Art der Durchmusterung wenigstens 0,3 der zu durchmusternden Fläche selbst bei leicht erkennbaren Objecten dem Beobachter verloren geht und dass bei schwierigen Objecten der Verlust wahrscheinlich bis zur Hälfte steigt.

Bei der neuen Einrichtung wird mit Hilfe eines Hebels jeder Objectstreifen seiner ganzen Länge nach automatisch durch das Gesichtsfeld geführt, indem jede einzelne Bewegung des Hebels eine Verschiebung des Objecttisches um eine bestimmte Länge bewirkt. Sobald das äusserste Ende eines Tischstreifens das Gesichtsfeld passirt hat, veranlasst die Bewegung des Hebels mit Hilfe einer besonderen Uebertragung die Verrückung des Tisches senkrecht zur Längsrichtung und führt damit den benachbarten Objectstreifen in das Gesichtsfeld.

Der von Wasserlein angefertigte zur Untersuchung von Wollfasern oder Haaren dienende Bohm'sche Wollmesser ist noch hier zu nennen. Die Faser wird durch zwei Pincetten festgeklemmt, deren eine beweglich ist, um die Faser zu spannen. Der Grad der Spannung wird an einer Scale abgelesen. Gleichzeitig kann sowohl jede Klemme für sich, als auch beide



zusammengedreht und somit einerseits die Faser entkräuselt, andererseits in verschiedenen Durchmessern desselben Querschnitts unter dem Mikroskop eingestellt werden. Endlich lassen sich noch zwei Stützen unter die Faser schieben; wird alsdann ein Objectträger dazwischen eingelegt, so kann die Faser wie ein anderes mikroskopisches Object auch mit Chemikalien behandelt werden.

Ueber die krystalloptischen Apparate handelt der Bericht des Prof. Liebisch. Abgesehen von den vortrefflichen Kalkspath- und Quarzpräparaten Niendorff's werden hier nur Apparate von Fuess und von Oertling genannt. Bemerkenswerth sind Fuess' Reflexionsgoniometer mit horizontalen Theilkreisen. Bei dem vollständigsten Instrument dieser Art geht die verticale Axe des Krystalsträgers durch die hohle Axe, welche den Theilkreis trägt, hindurch; letztere ist in der Nabe eines Dreifusses verstellbar, um welche zugleich zwei Arme drehbar sind. Diese tragen je eine Säule mit einem horizontal liegenden Fernrohr, von denen das eine ein Collimator, das andere ein Beobachtungsfernrohr ist. Jeder Arm hat Feinbewegung und kann für sich festgeklemmt werden. Man kann daher unter jedem beliebigen Einfallswinkel das aus dem Collimator austretende Licht von spiegelnden Krystallflächen nach dem Beobachtungsfernrohr reflectiren lassen. Das letztere lässt sich endlich noch in einer zum Theilkreis tangentialen Richtung verschieben. Das Instrument kann ohne Weiteres auch als Spectrometer benutzt werden.

Von allgemeinerem Interesse ist noch Fuess' Centrir- und Justirvorrichtung für den Krystalsträger. Die Centrirung wird durch Verschiebung zweier ebener Schlitten, die Justirung durch die Bewegung zweier Cylinderschlitten bewirkt.

Die Polarisationsapparate behandelt Prof. Landolt. Sieben von Schmidt & Hänisch angestellte Constructionen werden angegeben. Das von diesen Fabrikanten selbst ersonnene Halbschatten-Saccharimeter mit Keilcompensation macht die bei anderen solchen Apparaten erforderliche Natriumflamme unnöthig, es braucht vielmehr nur weisses Licht angewendet zu werden. Das Licht dringt vor der mit Flüssigkeit gefüllten Röhre durch eine Convexlinse in ein eigenthümlich hergerichtetes Zwillingnicol. Es ist nämlich der obere Theil eines aus 2 Hälften bestehenden Nicol'schen Prismas mittels eines durch die kürzere Diagonale seiner rhombischen Endfläche gehenden Schnitts der Länge nach in zwei Theile zerlegt worden; von den bezüglichen Theilflächen beider Theile ist je ein keilförmiges Stück abgeschliffen, hierauf sind beide Theile wieder zusammengekittet und endlich die beiden halben Nicols unter Anwendung von Kanadabalsam zum Zwillingprisma verbunden worden. Dieses Prisma wird im Apparat so befestigt, dass die unveränderte Nicolfläche dem eintretenden Licht zugekehrt ist, und am anderen Ende die Fuge des zerschnittenen Stückes senkrecht steht. Das Fernrohr des Apparats wird auf diese Trennungslinie eingestellt, welche das durch ein rundes Diaphragma gegebene Gesichtsfeld in zwei Hälften theilt. Die Wirkung des Zwillingprismas besteht darin, dass die aus der zerschnittenen Hälfte tretenden Strahlen zwei um einen kleinen Winkel (4 bis 5°) von einander abweichende Polarisations Ebenen besitzen. Ist nun das im Oculartheil befindliche analysirende Nicol so gestellt, dass sein Hauptschnitt senkrecht zu dem der unveränderten Nicolhälfte des Zwillingprismas steht, so werden die beiden Hälften des Gesichtsfeldes einen gleichen Grad von beginnender Verdunkelung zeigen, wenn der Compensator sich auf Null befindet. Bringt man eine active Flüssigkeit in den Apparat, so erfolgt Drehung der beiden Polarisations Ebenen, dieselben kommen jetzt in eine unsymmetrische Lage zur Polarisations Ebene des Analysators und die gleichmässige Beschattung wird aufgehoben, der eine Halbkreis wird dunkler, der andere heller. Diese Verschiedenheit verschwindet, sobald mittels des Quarzkeils, wie sonst, Compensation der Drehung bewirkt wird.

Die Spectralapparate bespricht Prof. H. W. Vogel. Es werden, ausser einem nur als Hülfsmittel hier mitaufgeführten Fuess'schen Heliostaten, gleichfalls nur Schmidt & Hänisch'sche Apparate vorgeführt. Hervorzuheben ist Glan's Spectralphotometer und das nach dem Vorbild des letzteren construirte Sternspectralphotometer von H. C. Vogel. Beide Apparate sind in

jüngster Zeit mehrfach anderweitig besprochen worden, der letztere unter anderem auch im 3. Hefte dieser Zeitschrift.

Weniger bekannt ist Glan's Ophthalmospectroskop zur Untersuchung der Farbenblindheit. Mit dem ein Prisma tragenden Stativ ist ein Collimatorrohr fest verbunden, während um die verticale Hauptaxe ein Beobachtungsfernrohr gedreht werden kann. Der Betrag der Drehung wird an einem horizontalen Theilkreis abgelesen. Das Collimatorrohr enthält einen Doppelspalt nach Helmholtz, der obere Spalt ist mittels eines Schiebers nach Art des Vierordt'schen verstellbar; beiden Spalten kann eine bestimmte messbare Oeffnung gegeben werden. Bei jeder Verschiebung des Spaltes verschiebt sich im Beobachtungsfernrohr das untere Spectrum gegen das obere, so dass man verschiedene Farben zur Coincidenz bringen kann. Die Breite der zu beobachtenden Farbenfelder wird durch eine im Fernrochoclar angebrachte Blende geregelt. Der zu prüfende Farbenblinde sieht durch das Fernrohr, während der Prüfende die im Gesichtsfeld befindliche Farbe aus der Stellung des Fernrohrs an der Kreistheilung und aus der Stellung des Spaltschiebers ermittelt.

Eine am Ende des Collimatorrohrs vorgesehene Polarisationsvorrichtung (ein Rochon'sches Prisma und ein Nicol) gestattet die Helligkeit der beiden Spectren zu modificiren, so dass der Apparat gleichzeitig noch sowohl zur Vergleichung zweier Spectralregionen von beliebiger Intensität als auch zur Beobachtung der Mischfarbe zweier verschiedener Spectralregionen von beliebiger Intensität dienen kann. Endlich soll noch dem Farbenblinden Gelegenheit gegeben werden, Spectralfelder oder Mischungen derselben mit weissem Licht von verschiedener Helligkeit zu vergleichen. Zu diesem Zwecke trägt das Stativ ein drittes Rohr mit verstellbarer Spaltöffnung und zwei Nicol'schen Prismen, von denen das eine drehbar ist. Wird der Spalt erleuchtet, so wird ein Bild desselben innerhalb des Fernrohrs mit den Spectrumbildern zusammenfallen, wobei seine Helligkeit durch Drehung des einen Nicols verändert werden kann.

Im nächstfolgenden Bericht des Prof. Hirschberg über die ophthalmologischen Apparate wird ein von diesem Refer. selbst angegebenes, von Dörfel angefertigtes Doppelspectroskop beschrieben, das ebenfalls zur Prüfung des Farbensinns dienen soll. Hier sind zwei unter einem Winkel gegen einander gestellte Collimatorrohre vorhanden, deren jede einen einfachen besonders zu beleuchtenden Spalt hat. Der eine Spalt ist in seiner oberen, der andere in seiner unteren Hälfte durch eine bewegliche Metallplatte verschlossen, weshalb dem Beobachter die beiden Spectren über einander, das brechbare Ende des einen nach rechts, das des anderen nach links gewendet, erscheint. Ein im Beobachtungsfernrohr angebrachter Vierordt'scher Schieber schneidet aus dem Doppelspectrum einen schmalen Streifen aus, der im Allgemeinen aus zwei verschiedenen Spectralfarben zusammengesetzt ist. Die obere Hälfte des Streifens kann mittels des Schiebers beliebig gewählt und dann festgestellt werden. Nunmehr kann man das zweite Collimatorrohr mittels einer Mikrometerschraube langsam drehen und damit die untere Hälfte des Farbenstreifens vom rothen bis zum violetten Ende des Spectrums beliebig variiren, ohne dass dieselbe aufhörte die directe Fortsetzung der oberen Streifenhälfte zu bilden. Mit diesem Apparat kann Alles untersucht werden, was zur physikalischen Bestimmung eines Falles von Farbenblindheit nothwendig ist.

Prof. Hirschberg giebt ausserdem einen sehr interessanten Ueberblick über die verschiedensten Constructionen von Augenspiegeln unter Bezugnahme auf eine von Dörfel ausgestellte historische Reihe derselben.

Hier werde im Anschluss an die beiden eben besprochenen Spectroskope aus dem Anhang der von Dr. Giese beschriebene Helmholtz'sche Apparat zur Vergleichung von Mischfarben vorweggenommen. Auch hier sind zwei Collimatorrohre vorgesehen; jedes enthält ein doppeltbrechendes Prisma, dessen brechende Kante der dem Rohr benachbarten Kante des Glasprismas parallel ist. Vom Spalt jedes Rohres wird demgemäß ein ordentliches und ein ausserordentliches Bild entworfen, denen im Focus des Beobachtungsfernrohres zwei

Spectren entsprechen. Verschiebt man das doppelbrechende Prisma gegen den bezüglichen Spalt, so kann man, wenn vorläufig nur ein Collimatorrohr in Betracht genommen wird, beliebige Farben der zwei Spectren zu Coincidenz bringen, um ihre Mischfarbe zu beobachten. Im entsprechend verengten Beobachtungsspalt des Fernrohrs erblickt man sodann ein gleichmässig gefärbtes Feld. Aus welchen homogenen Farben die erhaltene Mischfarbe zusammengesetzt ist, ermittelt man mit Hilfe eines Nicol'schen Prismas, welches vor dem Collimatorrohr drehbar angebracht ist und mit welchem man bald das ordentliche, bald das ausserordentliche Bild auslöschen, überhaupt ihr Intensitätsverhältniss beliebig ändern kann. Das zweite Collimatorrohr giebt ein zweites Spectrepaar, das für sich allein eine zweite Reihe von Mischfarben geben würde. Durch passende Stellung der Collimatorrohre können die beiden Mischfarben zur Berührung gebracht und auf ihre Gleichheit geprüft werden.

Die elektrischen Laboratoriums- und die elektro-medicinischen Apparate behandelt Prof. Christiani, die elektrischen Messinstrumente und Maschinen Dr. Frölich, die Telegraphenapparate Prof. Zetzsche. Ein grosser Theil der hier vorggeführten neueren Apparate sind in jüngster Zeit auch in der elektrotechnischen Zeitschrift besprochen worden. Von besonderem Interesse für die uns näherliegenden Zwecke sind Siemens & Halske's magnet-elektrischer Wasserstandszeiger und ihr magnet-elektrischer Distanzmesser, deren Besprechung den Schluss unseres Referates bilden soll.

Der Wasserstandszeiger besteht aus einem Magnetinductor, welcher durch den auf dem Wasser ruhenden Schwimmer bewegt wird, und aus einem Zeigerapparat mit selbstthätigem Alarm. Der Schwimmer hängt an einer Kette, welche über ein Kettenrad gelegt ist und am anderen Ende ein Gegengewicht trägt. Beim Steigen und Fallen des Wassers wird die Drehung des Kettenrades durch ein Zahnradgetriebe auf eine Hauptdrehaxe übertragen, diese nimmt durch den einen oder den anderen von zwei Mitnehmern bei der Drehung nach links ein Federhaus mit, bei der Drehung nach rechts die Axe des letzteren. Gleichzeitig wird die Federhausaxe bezw. das Federhaus durch Nasen, die an einem besonderen, von der Hauptaxe unabhängigen Arm angebracht sind, festgehalten und somit die Feder in beiden Fällen gespannt erhalten. Auf der Hauptaxe sitzt aber ein Excenter, durch dessen Hülfe bei einer bestimmten Phase der Drehung jener Arm zurückgeschoben und damit die Federhausaxe bezw. das Federhaus freigemacht wird. Sobald dies geschieht, spannt sich die Feder ab und lässt unter Vermittelung eines zweiten Mitnehmerpaares den Cylinderinductor eine volle Umdrehung machen. Das bei dieser Umdrehung erzeugte Wechselstrompaar wird je nach der Drehungsrichtung in der einen oder in der anderen Leitung dem Zeigerapparat zugeführt, durchläuft hier den einen oder den anderen von zwei Elektromagneten, bewegt dessen polarisirten Anker und dreht mittels einer am Ankerhebel sitzenden einfachen Schubfeder den Zeiger um einen Schritt vor oder zurück. Kommt endlich der Zeiger bei einer bestimmten Wasserhöhe über einen verstellbaren Contactarm, so schliesst er eine Localbatterie, und ein elektrischer Wecker schlägt Lärm.

Der magnet-elektrische Distanzmesser ist in erster Reihe für den Gebrauch bei Torpedoanlagen bestimmt. Ein Messtisch mit zwei beweglichen Linealen ist mit zwei Beobachtungsferroröhren in eine derartige Verbindung gesetzt, dass die Doppelfäden, welche die Visur jedes Lineales bilden, dem einen bezw. dem anderen Fernrohr stets parallel verbleiben, wie diese Fernrohre auch gedreht werden mögen. Wird deshalb mit letzteren beständig dasselbe Schiff anvisirt, so markirt der Schnittpunkt beider Lineale in einer auf den Messtisch gelegten Karte in jedem Moment den Ort des Schiffes. Auf der Karte ist die Lage der Torpedos vermerkt; steht der Schnittpunkt der Lineale genau über einem Torpedo, so wird dieses entzündet. Die Verbindung der Lineale und der Fernrohre ist in folgender Weise ausgeführt. Neben jedem Lineal befindet sich je ein Elektromagnetenpaar mit polarisirten Ankern, die zwei unteren Elektromagnete sind in zwei Leitungen eingeschaltet, welche dieselbe Erdleitung haben, und ebenso die zwei oberen Elektromagnete. Jeder der vier

Anker überträgt seine Hin- und Herbewegung auf ein Sperrrädchen, die beiden, zu demselben Elektromagnetenpaar gehörigen Rädchen wirken auf ein Planetenrädchen, das durch ein Getriebe und einen Zahnkranzbogen das betreffende Lineal dreht, und zwar links herum oder rechts herum, je nachdem der untere oder der obere Elektromagnet von den Strömen durchlaufen wird. Jedes Fernrohr wird mittels einer Kurbel gedreht und zugleich ein Cylinder-inductor in Umdrehung versetzt. Die entstehenden Ströme werden durch Vermittelung eines auf die Inductoraxe aufgesteckten und von dieser bloss durch Reibung mitgenommenen Contactarmes je nach der Drehungsrichtung dem unteren oder dem oberen Elektromagnet des betreffenden Lineals zugeführt.

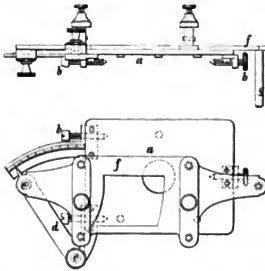
Bei Besprechung der vor Kurzem erschienenen zweiten Abtheilung des „Berichts über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung im Jahre 1876“ werde ich Gelegenheit nehmen auf die Einrichtung von Berichten dieser Art im Allgemeinen näher einzugehen und werde dabei genöthigt sein, auch auf den vorliegenden Bericht noch mit einigen Worten zurückzukommen.

L. Loewenherz.

## Journal- und Patentlitteratur.

**Neuerungen in der Construction des Präparatentisches bei Mikroskopen.** Von Franz Schmidt & Hänsch, Berlin D.R.P. 11282. vom 28. 4. 80, Zusatzpatent zu No. 7604 von 3. 4. 79.

Die durch nebenstehende Zeichnung dargestellte Construction ist eine Vereinfachung und Verbesserung der den Erfindern durch das Patent No. 7604 geschützten Bewegungsvorrichtung an den Präparatentischen von Mikroskopen, und bezweckt die systematische von Ueberschneidungsfehlern freie Abschnung von Objecten, welche über eine grössere Fläche verbreitet sind.



Statt der früher patentirten Transversalschlitt enbewegung ist eine Gelenkbewegung eingeführt. Als Grundplatte dient Platte *a*, welche mittels Schrauben auf den Tisch jedes Mikroskopes leicht befestigt werden kann. Die Platte *f* des Apparates ist durch Vermittelung des an *a* befestigten Scharniers *c*, der Stange *d*, des Scharniers *e* und der Curbel *g* verschiebbar. Mit Hilfe dieser Gelenkverbindung kann man sowohl beliebig geformte Gebilde Punkt für Punkt das Gesichtsfeld passieren lassen, als auch systematisch begrenzte, abwechselnde Bewegungen ausführen, indem man *f* und damit das Object verschiebt. Zur Abmessung der Verschiebung und auch zur

Markirung eines bestimmten aufgefundenen Punktes dient die auf der Zeichnung angegebene Scala mit Index. Zur noch genaueren Orientirung kann auch die Drehung um den Punkt *e* in gleicher Weise messbar gemacht werden. Für die allerfeinsten Untersuchungen kann man leicht eine mikrometrische Verschiebung anordnen. Die Platte *a* könnte durch directe Befestigung des Scharniers *c* am Stativ oder Tisch des Mikroskopes erforderlichenfalls in Wegfall gebracht werden. *Q.*

**The Chronodeik.** Von S. C. Chandler jun. The Observatory (No. 45). Januar 1881.

Der Chandler'sche Chronodeik (Zeitzeiger) ist ein kleines Instrument zur Zeitbestimmung. Ein Stab ist an einem seiner Enden derartig an einem Zapfen aufgehängt, dass er frei eine verticale Stellung einnehmen kann und Torsionsbewegungen ausgeschlossen sind. Mit dem Stabe ist ein kleines Fernrohr, dessen Ocular sich in der Nähe des Aufhängungspunktes befindet, fest verbunden. Unter dem Objectiv desselben ist an dem Stabe ein Rahmen befestigt, der zur Aufnahme eines ebenen, um eine horizontale Axe drehbaren und in jeder beliebigen Neigung festklemmbaren Spiegels dient. Das ganze Instrument bildet also ein Pendel, welches in einem metallenen Cylinder aufgehängt ist. Fusschrauben an der Basis des Instrumentes erlauben eine genährte Horizontirung. Am unteren Ende des Cylinders endlich ist ein Spalt ausgeschnitten, welcher das Objectivglas des Fernrohrs und den Spiegel freilegt.

Einrichtung des Instruments gestattet nun, Zeitbestimmungen mittels Beobachtung Sonnenhöhen auszuführen. Man richtet den Spalt des Instruments gegen die Sonne, den Spiegel eine solche Neigung, dass das Sonnenbild im Gesichtsfelde des Fernrohrs er- klemmt den Spiegel in dieser Lage fest und kann dann den g der Sonne durch eine Marke im Fernrohr beobachten. Beobachtung dieses Durchgangs bieten sich folgende Zeit- Antritt des ersten Sonnenrandes an den Faden, Antritt selben, und dieselben Momente für den zweiten Sonnenrand. Man man zu irgend einer Zeit Vormittags (am Besten 2—4 Stun- Mittag) diese Beobachtung ausgeführt, so darf die Nei- des Spiegels nicht geändert werden, bis Nachmittags wieder chgang der Sonne durch den Faden beobachtet worden ist. ne ist dann, wenn die Neigung des Spiegels dieselbe war Instrument jedesmal gut horizontirt wurde, Vor- und Nach- bei gleicher Höhe beobachtet worden. Es wird also das ans allen notirten Zeitmomenten die Uhrzeit am scheinbaren ergeben; es tritt hierzu nur noch eine Correction, welche der Verschiedenheit der Sonnen-Declination Vor- und Nach- folgt. Die Abweichung der beobachteten Uhrzeit von dem baren Mittage des betreffenden Ortes und Tages ergibt den Uhrstand.

bedarf kaum der Erwähnung, dass bei wolkenlosem Himmel -Ocular ein Dunkelglas aufgesetzt wird, um das Sonnenlicht enden; ebenso selbstverständlich ist die Warnung, durch das essene Fenster hindurch zu beobachten.

is Instrument ist im Grunde genommen nichts anderes, als hender Sextant. Der künstliche Horizont des Sextanten ist durch den Faden des Fernrohrs vertreten. Ist das Instru- möglichst genau horizontirt und hat in Folge der Action des Pendels das Fernrohr verticale Stellung eingenommen, so liegt der Faden auf einem Kreise parallel zum Horizont. er wird der getheilte Bogen des Sextanten durch die Neigung des Spiegels ersetzt. Wie letztere ist, braucht nicht bekannt zu sein, da Vor- und Nachmittags bei derselben Neigung achtet wird. Vor dem Sextanten hat das Instrument den Vorzug leichter Handhabung aus, während ersterer eine grössere Anzahl von Beobachtungen gestattet. Die Genauigkeit messen, welche der Chronodeik erlaubt, wird für viele Fälle ausreichen; der wahrscheinliche hier einer Zeitbestimmung soll 0,8—1,0 betragen.

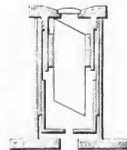
Für wissenschaftliche Forschungsreisende dürfte das Instrument ungeachtet des Vorzuges einer geringen Grösse — es kann bequem in der Tasche getragen werden — kaum einen be- sonderen Werth beanspruchen, dagegen würden es Uhrmacher an Orten, die keine controlirte Zeit haben, mit Vortheil gebrauchen können.

W.

**Verbesserte dichroskopische Lupe.** Von Victor v. Lang. Carl's Reper- torium 1881. Heft I S. 11.

Die dichroskopische Lupe in ihrer gewöhnlichen Gestalt hat den Uebel- stand, dass man den aufgeklebten Krystall nicht unabhängig von der qua- dratischen Oeffnung, welche zur Begrenzung des Gesichtsfeldes dient, drehen kann. Bei der nebenstehenden, in  $\frac{2}{3}$  nat. Gr. gezeichneten Construction ist zur Vermeidung dieses Uebelstandes der Verschluss der Lupe durch eine für sich unabhängig drehbare Hülse bewirkt, in welche die quadratische Oeffnung eingeschnitten ist.

S.



**Ueber Spectroskope und spectroscopische Untersuchungen zur Bestimmung des Farbensinns.** Von Donders. K. Ak. d. Wiss. zu Amsterdam, Sitzung der naturwiss. Abth. vom 26. Febr. 1881.

Nach einem kurzen Hinweis auf die Theorie des Farbensinns und der Farbenblindheit von Thomas Young, Maxwell und Helmholtz und einer Kritik des Gian'schen Ophthalmospectro-

skopes beschreibt der Verf. ein eigenes, zur Untersuchung von Farbenblindheit geeignetes Spectroskop.

Der Collimator des Glau'schen Ophthalmo-Spectroskopes<sup>1)</sup> trägt einen festen und einen beweglichen Spalt. Von jedem derselben werden durch ein doppeltbrechendes Prisma zwei Spectren erzeugt, deren verhältnissmässige Intensitäten sich durch einen Nicol regeln lassen. Indem man nun ein Spectrum des einen mit einem Spectrum des anderen Spaltes zusammenfallen lässt, kann man zwei beliebige Spectralfarben in jedem Intensitätsverhältnisse miteinander mischen. Diese Anordnung erlaubt wichtige, vom Vortragenden näher specificirte Untersuchungen. Allein, weil derselbe Nicol auf die Spectren beider Spalten wirkt, erlaubt der Glau'sche Apparat nicht die vollkommene Bestimmung der Farbenblindheit in jedem Falle, nämlich die Feststellung des Intensitätsverhältnisses, in welchem die beiden Grundfarben des farbenblinden Auges in jeder Spectralfarbe zu einander stehen. Ein weiterer Mangel besteht darin, dass die Spalten des Glau'schen Apparates nur einen beweglichen Rand haben, und dass daher jede Aenderung der Spaltweite auch eine Aenderung der Wellenlänge der wahrgenommenen Farbe bedingt.

Der Collimator des von Donders angegebenen Spectroskopes trägt zwei gekuppelte Spalte und darunter einen einfachen Spalt mit zwei beweglichen Rändern, der durch die Vierordt'sche Einrichtung nach beiden Seiten hin an dem Doppelspalte vorbei bewegt werden kann. Durch dieselbe Schraube wird gleichzeitig der eine der gekuppelten Spalte erweitert, der andere um ebensoviel verengt; die bei jeder Drehung der Schraube unverändert bleibende Summe der beiden Spaltöffnungen kann vor jeder Beobachtungsreihe nach Gutdünken gewählt werden. Ferner können vor jeder Reihe die beiden gekuppelten Spalte in beliebigen Abstand von einander gebracht werden, so dass ihre Spectren sich mehr oder weniger übereinander lagern. Man kann also mit den gekuppelten Spalten Farben jeder Art bei jeder Intensität in jedem Verhältnisse miteinander mengen und mit dem Spectrum des einfachen Spaltes vergleichen.

Der gekuppelte Spalt hat vor dem doppelt brechenden Prisma mit Nicol den Vortheil, dass die Spectren mehr als die doppelte Lichtstärke haben und reiner sind, und dass sie bei Aenderung der relativen Lichtstärke vollkommen auf ihrem Platze bleiben.

Für die Untersuchung werden die gekuppelten Spalte so gestellt, dass sie zur Axe der Collimatorröhre symmetrisch liegen, und so weit aneinander, dass die gewünschten Farben sich decken. Die Ocularröhre wird so gerichtet, dass die Farben durch den Ocularspalt in der Axe des Ocularrohrs in das Auge des Beobachters fallen. Durch Bewegung des Vierordt'schen Schließers wird dann die gewünschte Farbe des von dem einfachen Spalte entworfenen Spectrums über die von dem gekuppelten Spalte erzeugte Mischfarbe gebracht, und durch die Schraube des gekuppelten Spaltes die Mischfarbe der Spectralfarbe gleich gemacht. Helligkeitsunterschiede werden durch die Schraube des einfachen Spaltes compensirt. Dadurch sind dann die den Spaltweiten gleichen Intensitäten der beiden Farben gegeben, welche gemischt die betreffende Spectralfarbe in der durch die Spaltweite des einfachen Spaltes gegebenen Intensität liefern.

Der von Kagenaar zu Utrecht angefertigte Apparat ist in der Handhabung bequem und giebt genaue Resultate, welche später veröffentlicht werden sollen.

Eine ähnliche Vorrichtung soll benutzt werden, um Vergleichen von allen Farbenmischungen mit Weiss am normalen Auge anzustellen.

In derselben Sitzung zeigte D. auch ein nicht näher beschriebenes Spectroskop vor, bei welchem der vollkommen im Dunkeln befindliche Beobachter im Stande ist, die Wellenlänge der ins Auge dringenden Farbe und die Spaltweite genau zu bestimmen, so dass sich mit demselben die Intensitätsgrenze der Sichtbarkeit jeder Farbe feststellen lässt. Bei dem auffallenden mit diesem Apparate erhaltenen Resultate, dass die Farben plötzlich sichtbar werden, dann aber erst wieder verschwinden, wenn sie auf etwa  $\frac{3}{4}$  der Intensität, bei der sie sichtbar wurden, zurückgebracht sind, wäre nach des Ref. Ansicht die ausdrückliche Bemerkung erwünscht gewesen, dass diese Erscheinung nicht durch einen todtten Gang im Apparate hervorgebracht sein kann. T.

**Ueber elektrische Uhren.** Von Dr. M. Hipp. Elektrotechn. Zeitschrift 1881. Heft III.

Die Anwendung der Electricität als motorische Kraft bei astronomischen Pendeluhren gewährt, wie Verf. ausführt, den Vortheil, dass sie einen viel lautereren Schlag als wie bei den Gewichtshuhren ermöglicht und ausserdem bei der gegenwärtig fast allgemeinen chronographischen Beobachtungsmethode die Registrirung der Secunden wesentlich erleichtert. Im Weiteren unter-

<sup>1)</sup> Ber. über d. wiss. Instr. a. d. Berliner Gewerbeausstellung i. J. 1879. S. 394.

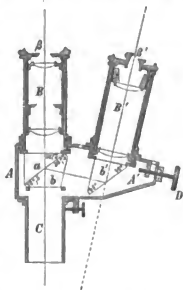
scheidet Verf. bei Anwendung der Electricität auf Uhren die elektrischen Zeigerwerke und die elektrischen Pendeluhren und hebt die grosse Bedeutung hervor, welche besonders erstere in praktischer Beziehung bei Anlage von elektrischen Uhren in grösseren Städten erreicht haben. Die von Hipp für solche Stadtanlagen gefertigten elektrischen Uhren besitzen bereits eine sehr weite Verbreitung; in 56 Städten sind über 1000 Uhren von ihm im Betriebe, welche sich alle in jeder Beziehung bewährt haben sollen.

Ueber seine elektrischen Pendeluhren giebt Verf. folgende wichtige Erläuterungen: Die Electricität wirkt bei allen diesen Uhren weder bei jeder Secunde noch bei jeder zweiten, sondern nur dann, wenn der Schwingungsbogen auf ein bestimmtes Minimum herabsinkt, also thatsächlich nur so oft als es nöthig ist. Die mittlere Impulsionsdauer beträgt 1 Minute, kann jedoch ohne wesentliche Nachtheile für den Gang der Uhr zwischen 10 und 120 Secunden variiren. In Folge dieser Einrichtung werden Batterie und Contacte sehr geschont und die Schwankungen der Stromstärke verlieren fast jeden Einfluss auf den Uhrgang, denn je nachdem die Batterie schwächer oder stärker ist, kehrt die Impulsion häufiger oder minder oft wieder. Die auf der Neuenburger Sternwarte zur Untersuchung aufgestellte elektrische Pendeluhr von Hipp ergab für die letzten zwei Monate eine mittlere tägliche Variation von 0,08, so dass sie allerdings den besten astronomischen Pendeluhren noch nachsteht; jedoch ist an betreffender Stelle hervorgehoben, dass die Compensation der Uhr noch nicht definitiv regulirt ist und man hofft, die obige Variation noch bedeutend vermindern zu können. Schliesslich sei noch erwähnt, dass es dem Verf. bei dieser elektrischen Pendeluhr gelungen ist, das Oel vollkommen zu vermeiden und damit eine erhebliche Fehlerquelle in Bezug auf den Gang der Uhr zu beseitigen. R.

**Beschreibung eines neuen stereoskopischen Oculars nebst allgemeinen Bemerkungen über die Bedingungen mikrosteroskopischer Beobachtung.** Von E. Abbe. Zeitschrift für Mikroskopie. 2. Jahrg. Heft 8 u. 9. — Carl's Repertorium 1881 Heft 4. S. 197.

Im Gegensatz zu den meisten früheren Constructionen stereoskopischer Binoculare bewirkt Verf. die Verdoppelung des Bildes und die für specifisch stereoskopische Effecte erforderliche Differenzirung desselben durch Halbierung der abbildenden Strahlenkegel mittels getrennter von einander unabhängig wirkender Operationen. Die Verdoppelung des mikrosteroskopischen Bildes zum Zwecke binocularer Beobachtung wird, ohne Halbierung der Strahlenbüschel, durch eine gleichmässige Spaltung aller aus dem Objectiv austretenden Strahlen mittels partieller Reflexion herbeigeführt, wobei die Spaltung in einem ganz beliebigen Niveau erfolgen kann. Die dem stereoskopischen Effect dienende Halbierung aber wird nach der Spaltung bewirkt, und zwar in den reellen Bildern der Objectivöffnung, welche die einzelnen Oculare oberhalb der Augenlinsen projiciren.

Die Construction des von C. Zeiss in Jena gefertigten Abbe'schen Doppeloculars ist folgende: Den Körper des Instruments bildet ein allseitig geschlossenes Doppelgehäuse  $AA'$ , welches im Innern eine Combination von drei Crownglasprismen ( $a, b, b'$ ) enthält. Die Deckplatte des Gehäuses trägt die beiden Oculare  $B$  und  $B'$ , das erstere in fester Stellung, das zweite auf einem verschiebbaren Schlitten. Die Bodenplatte trägt eine leere Hülse  $C$ , mit welcher der ganze Apparat in den Tubus eines beliebigen Mikroskops eingesteckt werden kann. Die beiden Prismen  $a$  und  $b$  bilden zusammen eine dicke Plauplatte, deren Continuität jedoch durch eine Luftschicht von ganz minimaler Dicke — 0,01 mm — unter einem Winkel von  $38^{\circ},5$  gegen die Axe geneigt, unterbrochen ist. Die vom Objectiv kommenden Strahlenkegel werden von ihr in einen transmittirten und einen reflectirten Theil zerlegt. Die transmittirten Strahlen durchsetzen das Doppelprisma  $ab$  ohne alle Ablenkung und formiren das Bild des Objects im axialen Ocular  $B$ ; die reflectirten Strahlen treten in normalem Durchtritt durch die zweite Seitenfläche des Prisma  $b$ , um einen Winkel von  $13^{\circ}$  gegen die Horizontale geneigt, aus und werden durch totale Reflexion an der Hypotenusenfläche des gleichschenkelig-rechtwinkligen Prisma  $b'$  mit einer Ablenkung von  $90^{\circ}$  in das Ocular  $B'$  geworfen, dessen Axe gleichfalls um  $13^{\circ}$  von der des Mikroskops abweicht.



Die Adaptirung an das Auge des Beobachters geschieht mittels der Schraube *D*, welche das Ocular *B'* mit dem an seiner Fassung sitzenden Prisma *b'* parallel fortführt. Da ferner die Oculare in ihren Hülsen verschiebbar sind, so kann für jedes Auge scharf eingestellt werden. Ungleichmässiges Ausziehen der Oculare gestattet etwa vorhandene Verschiedenheiten der Sehweite beider Augen zu compensiren.

Die Oculare sind gewöhnliche zweigliederige Systeme, jedoch von ganz verschiedener Zusammensetzung, um die ungleiche Weglänge der geradlinigen und doppelt gebrochenen Axe auszugleichen und trotz dieser Ungleichheit scharfe Bilder von gleicher Vergrößerung mit derselben Einstellung des Mikroskops zu gewinnen.

Die Halbiring der abbildenden Strahlenkegel, zum Zweck des stereoskopischen Sehens, wird bewirkt durch halbseitige Ablenkung der über den Ocularen — in den sogenannten Augenpunkten  $\beta, \beta'$  — auftretenden reellen Bilder der Objectivöffnung, welche die gemeinsame Durchgangsfäche aller aus je einem Ocular austretenden Strahlenbüschel darstellen. Für diesen Zweck dienen besondere Oculardeckel (S. Fig. bei *B'*), welche ein Diaphragma mit halb-kreisförmigem Ausschnitt tragen. Ausser diesen Deckeln mit (justirbarer) Halbblende hat jedes Ocular auch noch einen gewöhnlichen Deckel mit kreisförmiger Oeffnung.

Der Beschreibung seines Doppeloculars lässt Verf. in einem folgenden Abschnitte eine Analyse seiner Wirkungsweise folgen, welche zugleich die Richtschnur für seinen zweckmässigen Gebrauch enthält. Die zwischen die Prismen *a* und *b* eingefügte verschwindend dünne Luftschicht in der Hauptsache ganz wie eine planparallele Glasplatte wirkend, hat wesentliche Vorzüge vor einer solchen voraus; erstens kann durch Variirung der Dicke der reflectirenden Luftschicht die Entstehung von Doppelbildern auch bei convergirenden oder divergirenden Strahlenbüscheln ganz verhütet werden; zweitens erlangt der reflectirte Strahl eine beträchtlich grössere Intensität als er bei Reflexion von Luft zu Glas unter ähnlichem Incidenzwinkel erhalten würde. F. H. Wenham hat diese Methode — partielle Reflexion durch eine dünne Luftschicht zwischen aufeinander liegenden Glasprismen — schon früher angewandt; indess giebt Wenham kein Mittel an, durch welches bei diesem System der Strahlentheilung stereoskopische Effecte erzielt werden können. Die Intensität der reflectirten Strahlen beträgt  $\frac{1}{3}$ , die der transmittirten  $\frac{2}{3}$  des unzertheilten Lichtes. Die hierdurch bedingte verschiedene Helligkeit des Sehfeldes beider Oculare ist indess kein Mangel der Einrichtung; die ungleichmässige Spaltung des Lichts ist im Gegentheile ein höchst willkommenes Moment für die Ausgleichung der physiologischen Differenz zwischen dem geübteren (gewöhnlich rechten) und dem ungeübteren (gewöhnlich linken) Auge; der Beobachter hat nur darauf zu achten, dass er das seitliche Ocular stets mit dem weniger geübten Auge benutzet. — Von der Einrichtung der Oculare musste die Erfüllung dreier Bedingungen verlangt werden, um eine vollständige und sichere Verschmelzung der beiden Bilder beim binocularen Sehen zu erzielen. Es müssen nämlich erstens beide Bilder mit derselben Einstellung des Objectivs scharf erscheinen; zweitens müssen sie unter gleichem Schwinkele, also unter gleicher Vergrößerung gesehen werden und drittens müssen die Augenpunkte beider Oculare, die Kreuzungsstellen der austretenden Strahlenkegel, wenigstens sehr annähernd gleichen Abstand vom Convergenzpunkt der Ocularaxen besitzen. — Was die Halbiring der abbildenden Strahlenkegel betrifft, so hat die hier benutzte Methode vor der Anwendung von Prismen über dem Objectiv den wesentlichen Vorzug, dass sie bei schwachen und bei starken Objectiven und bei jeder Form der Linsenfassung gleich vollkommen wirkt. Als ein Nachtheil könnte es erscheinen, dass die Hälfte der vom Objectiv dem Bilde zugeführten Lichtmenge durch Abblendung verloren geht. In Wirklichkeit stellt sich aber die Sache deshalb wesentlich günstiger, weil zur Erzielung eines vollkommen stereoskopischen Effectes keineswegs die Halbiring beider Oeffnungsbilder erforderlich ist, vielmehr die halbe Abblendung eines einzigen, und zwar schon die des seitlichen lichtschwächeren Oculares, völlig genügt, so dass der Lichtverlust auf  $\frac{1}{2}$  der gesammten Lichtmenge reducirt wird. Als normale Anordnung des Doppeloculars betrachtet daher Verf. die in der Zeichnung dargestellte, bei welcher nur das excentrische Ocular einen Deckel mit Halbblende trägt, während das Hauptocular mit einem gewöhnlichen offenen Oculardeckel versehen ist. Bei Anwendung höherer Vergrößerung zu binocularer Beobachtung kann allerdings auch die gleichzeitige Abblendung beider Oculare nützliche Dienste leisten, während zugleich der hiermit verbundene Lichtverlust durch die Art der Beleuchtung wieder völlig ausgeglichen wird. — Soweit nur binoculares Sehen in Betracht kommt, ist dem Apparat eine Grenze der Anwend-



barkeit nicht gesteckt, da die zwei Ocularbilder bei 1000 facher Vergrößerung unter genau gleichen Bedingungen, wie bei 10 facher entstehen. In Bezug auf den stereoskopischen Effect ist aber die binoculare Beobachtung mit mikroskopischer Vergrößerung an Einschränkungen geknüpft, die nicht in der Wirkungsweise des stereoskopischen Apparats, sondern in den allgemeinen Gesetzen des mikroskopischen Sehens begründet sind. Der Sehraum des Mikroskopes verliert unter wachsender Vergrößerung immer mehr an Tiefe und zwar erfolgt die Abnahme der Sehtiefe, von den geringsten Vergrößerungen angehend, keineswegs nur proportional der Vergrößerung, sondern in sehr viel stärkerem Maaße.

Verf. erörtert letztere Frage ausführlich in einem dritten, dem Schlusscapitel, ohne indess auf eine Entwicklung der dabei in Anwendung kommenden optischen Sätze einzugehen. Das Ergebnis dieser Erörterung ist in folgendem Passus zusammengefasst: „Das directe Sehen körperlicher Gebilde im Mikroskop ist unter geringen Vergrößerungen ganz vorwiegend auf die Accomodationsfähigkeit des Auges gestellt. Die Wirksamkeit dieses Factors unter geringer Vergrößerung macht eine einigermaßen ansehnliche Tiefenwahrnehmung möglich, welche die wesentliche Voraussetzung ausgiebiger stereoskopischer Effects im binocularen Sehen ist. Der Beitrag der Focustiefe ist unter diesen Umständen unerheblich. Bei mittleren Vergrößerungen, über 100—200 hinaus, wird die Wirkung der Accomodation ungefähr gleichwerthig mit derjenigen der Focustiefe und die gesammte aus beiden Factors resultirende Tiefenperspective reducirt sich schon auf einen ziemlich kleinen Bruchtheil vom Durchmesser des Sehfeldes. Ihr absoluter Betrag reicht aber bei solchen Vergrößerungen doch noch an die Hundertel des Millimeters heran, namentlich bei Objecten in stark brechenden Medien und bei Anwendung geringer Oeffnungswinkel. — Unter hohen Vergrößerungen hört die Wirksamkeit der Accomodation fast völlig auf und die ganze Sehtiefe wird mehr und mehr blosse Focustiefe. Näher sich die Vergrößerung der Zahl 1000 oder überschreitet dieselbe, so reducirt sich die absolute Tiefe des Sehraumes auf wenige Mikra und zuletzt auf Bruchtheile des Mikron. Die mikroskopischen Bilder von körperlichen Objecten gehen dabei mehr und mehr in reine Querschnitte durch diese Objecte über.“

Auf alle Einzelheiten der umfangreichen Abbe'schen Abhandlung, die eine Fülle von interessanten und wichtigen Erörterungen und Bemerkungen enthalten, einzugehen ist an dieser Stelle unmöglich. Ref. musste sich auf eine Wiedergabe der wesentlichsten Theile des Inhalts beschränken.

W.

#### Thermoregulator für hohe Temperaturen. Von D'Arsonval. Comptes rendus T. XCII. S. 76.

Der Apparat besteht aus drei Theilen, nämlich einem mit atmosphärischer Luft oder einem anderen permanenten Gase gefüllten Behälter aus Glas oder glasirtem Porcellan, welcher in das auf constanter Temperatur zu erhaltende Gefäss oder Bad eingehängt wird; einem mit Quecksilber gefüllten Capillarmanometer, welches den Druck der im Behälter eingeschlossenen Luft misst und lediglich als Pyrometer dient, und dem eigentlichen Regulator, welcher die Gaszuführung zu dem heizenden Brenner regelt. Der Luftbehälter communicirt durch ein knipfernes Capillarrohr zunächst mit einem in senkrechter Stellung auf dem Regulatorstativ befestigten Rohrstützen, von welchem sich Capillarrohre zum Regulator und zum Manometer abzweigen. Durch den Rohrstützen communiciren also die drei Theile miteinander; er ist mit einem Ventil versehen, damit das System gegebenen Falls mit der atmosphärischen Luft in Verbindung gebracht werden kann. Da der Inhalt des Gefässes den der Capillarrohre sehr beträchtlich überwiegt, so kann die Veränderlichkeit der Luftfüllung der letzteren ausser Acht gelassen und das Volumen der eingeschlossenen Luft als constant angenommen werden. Die leicht zu begründende, schon von Regnault ausgesprochene Forderung, dass bei einem guten Luftpyrometer nicht der Druck, sondern das Volumen constant erhalten werden müsse, ist also erfüllt.

Wie bei allen D'Arsonval'schen Regulatoren wird der obere Verschluss des Regulators von einer Metallmembrane gebildet, welche von dem Druck der eingeschlossenen Luft mehr oder weniger angeschwollen wird. Im Inneren und mit der Membrane in Verbindung befindet sich ein Ventil, das bei Erhöhung der Temperatur, und welcher eine Zunahme des Druckes und ein stärkeres Aufschwellen der Membrane verbunden ist, den Gaszufluss vermindert, bei Erniedrigung umgekehrt vermehrt. Aussen ist die Membrane nach Art der Sicherheitsventile mit einem auf einem Hebel verschiebbaren Gewichte belastet, durch dessen Stellung die von dem Apparate festgehaltene Temperatur bestimmt ist. Das Manometer ist ein offenes; Verf. giebt einem solchen

mit Recht den Vorzug vor dem geschlossenen, dessen Empfindlichkeit mit wachsendem Druck schnell abnimmt, und den Metallmanometern. Allerdings wird hierdurch der Apparat von den Schwankungen des äusseren Luftdruckes abhängig; Verf. bezeichnet jedoch diesen Umstand als für die Praxis unerheblich, auch könne man die Schwankungen des Luftdruckes sehr leicht dadurch compensiren, dass man das freie Ende des belastenden Hebels durch eine ganz luftleere Aneroidbüchse äquilibriert. Bevor der Apparat in Thätigkeit tritt, steht das Quecksilber in beiden Stellen gleich hoch, am Nullpunkte; das Manometer ist mit einer Theilung versehen, welche unmittelbar Temperaturgrade angiebt, jedoch nur bis 300° reicht, da seine Röhren, um allzugrosse Höhenausdehnung zu vermeiden, nur etwa Barometerlänge haben. Um auch höhere Temperaturen ablesen zu können, bedient sich Verf. des Kunstgriffes, den Apparat zu öffnen, wenn die Quecksilbersäule genau die einer Atmosphäre entsprechende Höhe (273° C.) erreicht hat, wonach die Hälfte der eingeschlossenen Luft anströmt und das Manometer auf Null zurückkehrt. Man hat alsdann die Ablesungen am Pyrometer nur zu verdoppeln (da jetzt nur das halbe Volumen Luft eingeschlossen ist, welches zur Erzielung gleicher Drucke doppelt so stark erhitzt werden muss) und 273° hinzuzuzählen, um die Anzahl von Graden zu erhalten, um welche der Luftbehälter wärmer ist als die Temperatur der Umgebung. Die Empfindlichkeit des Apparates ist dementsprechend in diesem Intervall nur halb so gross als vorher. Uebersteigt die Temperaturdifferenz zwischen Innen und Aussen das dreifache von 273°, so hat man die Operation zu wiederholen u. s. f. Der Apparat ist brauchbar bis zur Schmelztemperatur des Porcellans.

S.

### Für die Werkstatt.

**Verfahren, Silber zu oxydiren.** (Die Färbung alten Silbers zu erzeugen). Von A. Jahan. *Rév. chronom.* 1881. S. 231 und 260.

Man lasse die zu behandelnden Gegenstände kurze Zeit in reinem Eau de Barège kochen und wasche sie alsdann mit viel Wasser und schliesslich mit Alkohol ab. Wischt man sie dann nach dem Trockenwerden ab, so erhält man eine grauschwarze bis graublauere Farbe.

Gute Resultate erhält man auch auf folgendem Wege: es genügt die betr. Gegenstände in Eau de Javelle einzutauchen und sie je nach dem Grade der Oxydation, welche man erhalten will, eine bis 5 Minuten darin zu erhalten. Man wasche mit viel Wasser nach und trockne mit Holzlägespänen.

Q.

**Ueber das Körnen von Messingtheilen** (Uhrtheilen u. s. w.) Von H. Bush in *Hull. Allg. Journ. f. Uhrmacherkunst* 1881. No. 9.

Gleiche Theile Salpeter und Salzsäure, worin etwas Kochsalz aufgelöst ist, erzeugen eine feingekörnte Oberfläche auf Kupfer, Messing, Neusilber u. s. w.; stärker wird die Körnung durch grösseren Zusatz von Salz. Die Gegenstände werden glatt geschliffen und gut gereinigt an einem Pferdehaar hängend nur einige Secunden in die Säuremischung getaucht; nachdem sie schnell daraus entfernt und in warmes Wasser geworfen worden, werden sie endlich mit Bier gekratzbürstet. Die Bürste kann von feinem Messing- oder Neusilberdrahte oder auch von gesponnenem Glase sein. Es empfiehlt sich, die Platten u. s. w. dann nur schwach galvanisch zu versilbern, wieder zu kratzbürsten und schliesslich zu vergolden.

Q.

**Um auf Messing eine künstliche Bronzierung zu erzeugen,** (Metallarbeiter), tauche man die reinen, fettfreien, polirten Messingsachen etwa  $\frac{1}{2}$  Minute in eine kalte Lösung von 10 g übermangansaurem Kali, 50 g Eisenvitriol, 5 g Salzsäure in 1 Liter Wasser, spüle sie dann gut ab und trockne sie in feinen weichen Sägespänen. Ist die Farbe zu dunkel ausgefallen oder wünscht man eine mehr rothbraune Färbung, so tauche man die Gegenstände sofort, nachdem sie aus erstbeschriebener Flüssigkeit kommen, etwa eine Minute lang in eine zweite auf 60° C. erhitze Lösung von 10 g Chromsäure, 10 g Chlorsäure, 10 g übermangansaurem Kali und 50 g Kupfervitriol in einen Liter Wasser und behandle sie wie oben beschrieben. Durch alleinige Anwendung der zweiten Flüssigkeit wird eine noch hellere, dunkelgelbe oder röthlich gelbe Färbung erreicht. Die Farbe soll durch nachträgliches Erhitzen in einem Trockenofen bedeutend gewinnen.

Q.

Nachdruck verboten.

# Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions - Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt,  
Vorsitzender.

R. Fuess,  
Beisitzer.

Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz,  
Schriftführer.

Verantwortlicher Redacteur: Dr. Georg Schwirkus.

I. Jahrgang.

Maï 1881.

Fünftes Heft.

## Das dioptrische Mikrometer.

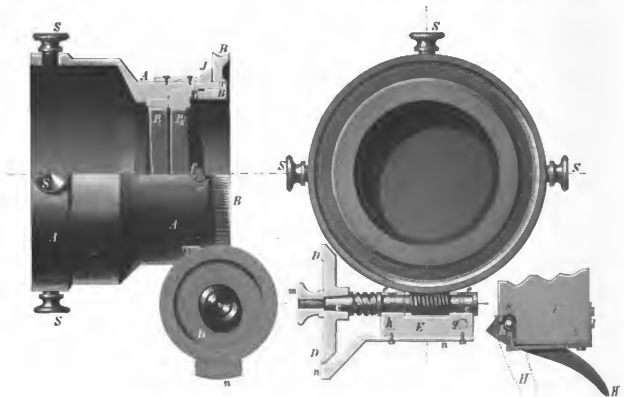
Von

W. Werner, Assistent im Königl. geodätischen Institut zu Berlin.

Von dem Fabrikanten Moser in Aachen ist neuerdings an den Fernröhren von Winkelmessinstrumenten eine Verbesserung angebracht worden, auf welche ihm unter Nr. 2668 auch ein Patent für das deutsche Reich ertheilt worden ist. Die Verbesserung bezieht sich indess nicht auf die Fernrohre selbst, sondern soll vielmehr den Zweck haben, die Theilung der Kreise, welche ja bei den gewöhnlichen Präcisions-Winkelmessinstrumenten in Intervallen von 5 zu 5 Minuten ausgeführt ist und deren Zwischenintervalle durch Mikroskop-Mikrometer gemessen werden, zu beschränken auf Intervalle von 20' bis 30'. Die Bestimmung der Zwischenintervalle bis auf Zehntelsekunden soll dann mit dem patentirten „Dioptrischen Mikrometer“ erfolgen, dessen Einrichtung darauf beruht, dass der Lichtstrahl beim Durchgange durch ein brechendes Medium eine Ablenkung erleidet. Wie bekannt, ist die Ablenkung, abgesehen von der Grösse des Einfallswinkels eine Function des Brechungs-exponenten und des Brechungswinkels, oder bei gleichen Medien eine Function des letzteren. Hat man zwei Prismen aus gleichem Material mit gleichem Brechungswinkel und bringt dieselben so voreinander an, dass die Flächen beider paarweise parallel sind, so wird ein Lichtstrahl beim Passiren dieser zusammengesetzten planparallelen Glasplatte keine Aenderung, höchstens eine parallele Verschiebung erfahren. Dreht man dagegen das vordere um 180°, sodass die brechenden Kanten beider Prismen aneinander zu liegen kommen, so wirken beide Prismen zusammen wie ein Prisma, dessen brechender Winkel gleich ist der Summe beider und ist durch selbigen die Ablenkung des Lichtstrahls bestimmt. Für jede andere Lage der beiden Prismen wird die Ablenkung des Lichtstrahls auch zwischen den beiden so bestimmten Werthen der Ablenkung liegen. Es wird somit die Ablenkung des Lichtstrahls variirt, indem man ein Prisma mit veränderlichem brechenden Winkel herstellt.

Moser hatte dem Geodätischen Institut einen kleinen Theodolithen, welcher mit diesem dioptrischen Mikrometer versehen war, übergeben, um Beobachtungen damit anstellen zu lassen. Da das Instrument jedoch zur Erzielung des erforderlichen Grades von Genauigkeit nicht geeignet war, so hat Moser für eines der im Besitze des Geodätischen Instituts befindlichen von Pistor und Martins erbauten zehnzölligen Universal-Instrumente, dessen Fernrohr eine 40fache Vergrösserung hat, ein Mikrometer seiner Erfindung angefertigt, welches in nachstehender Figur abgebildet und dessen Construction in Folgendem beschrieben ist.

Entsprechend der obigen Auseinandersetzung wird das Mikrometer aus zwei Theilen bestehen müssen, von denen der eine das feste Prisma und der andere das bewegliche Prisma fassen muss. Der cylindrische Theil  $A$  mit dem festen Prisma  $p_1$  wird auf den cylindrisch abgedrehten Theil der Objectivfassung geschoben und mittels der 4 Schrauben  $S$  so gegen dieselbe gepresst, dass beispielsweise die brechende Kante des Prisma  $p_1$  vertical zu stehen kommt<sup>1)</sup>. Der Theil  $BB$ , welcher das bewegliche Prisma  $p_{II}$  fasst, bewegt sich in  $A$  um eine beiden Theilen gemeinsame Axe. Die Führung von  $B$  in  $A$  wird dadurch bewirkt, dass einmal die auf ein-



ander gleitenden cylindrischen Flächen beider Theile möglichst genau abgedreht sind; sodann fasst der vordere Theil von  $A$  in die Stirnfläche des scheibenförmig erweiterten Theils von  $B$  bei  $r$  ein, wodurch bei exacter Arbeit die Führung parallel zur Axe gesichert ist. Um eine Verschiebung von  $B$  längs der Axe zu verhindern, ist in den cylindrischen Theil von  $B$  eine Nuthe  $f$ , eingeschnitten, in welche durch den festen Körper  $AA$  zwei Schrauben  $f$  eingreifen. Wie hier gleich erwähnt werden soll, hat der Mechaniker die Vertiefung bei  $r$  nicht um den ganzen Umfang herum eingeschnitten, sondern an einer Stelle einen kleinen Steg stehen lassen und dem entsprechend auch den vorderen Theil von  $A$  auf etwas mehr als  $180^\circ$  um die Tiefe von  $r$  verkürzt, so dass der Steg dem Cylinder  $B$  nur eine Drehung von  $180^\circ$  gestattet. Hierdurch soll erreicht werden, dass die beiden in Frage kommenden extremsten Stellungen von  $B$  zu  $A$  fest markirt sind. Wie sich in der Folge zeigen wird, ist aber zu bestimmten Untersuchungen die vollständig freie Drehung um  $360^\circ$  erforderlich.

Der Theil  $A$  ist so befestigt, dass die brechende Kante von  $p_1$  senkrecht steht; wird nun  $B$  gedreht, bis die brechende Kante von  $p_{II}$  ebenfalls senkrecht

<sup>1)</sup> In der Figur sind der Uebersichtlichkeit wegen die brechenden Kanten vertical zur Ebene der Zeichnung gedacht.

steht, jedoch beide auf verschiedenen Seiten der durch die optische Axe des Fernrohrs gelegten Verticalebene, so wird, wenn überdies wie hier die einander zugekehrten Flächen der Prismen einander parallel sind und senkrecht zur optischen Axe stehen, der Lichtstrahl beim Durchgange durch beide Prismen eine kleine parallele Verschiebung erleiden, aber keine Ablenkung. Diese Stellung möge als die Nullstellung bezeichnet werden und ist durch den einen der oben erwähnten Anschläge markirt. Wird  $B$  um  $180^\circ$  gedreht, so wird diese Lage durch den anderen Anschlag markirt. In diesem Falle liegen die brechenden Kanten auf derselben Seite der erwähnten Verticalebene und ist der Winkel, den die äusseren Prismenflächen im horizontalen Schnitt bilden, und folglich auch die Ablenkung des Lichtstrahls beim Durchgange durch das Prisma ein Maximum, während selbige im ersten Falle gleich Null war. In jeder anderen Stellung von  $B$  ist die Ablenkung kleiner und abhängig von dem Winkel, um welchen  $B$  aus der Nullstellung gedreht ist. Es erübrigt also noch den Mechanismus zu beschreiben, welcher dazu dient, diesen Drehungswinkel zu bestimmen.

Zu diesem Zwecke hat die hintere Fläche des scheibenförmigen Ansatzes  $B$  auf ihrem halben Umfang eine Theilung in ganze Grade erhalten und bewegt sich an dem mit  $A$  fest verbundenen Index  $J$  vorüber. Die Theilung zeigt 0 für die Nullstellung der Prismen. Um die Unterabtheilungen der Grade messen zu können, ist in die Stirnfläche der Scheibe  $B$  eine Schraubenverzahnung geschnitten von 360 Zähnen, deren jeder also  $1^\circ$  entspricht. In dieses Gewinde greift eine Schraube ohne Ende  $CC$ , deren Steigung so gewählt ist, dass einer Umdrehung von  $CC$  eine Drehung der Scheibe  $B$  um  $1^\circ$  entspricht. Mit  $C$  verbunden ist eine Scheibe  $D$ , die durch Reibung auf  $C$  festgehalten wird, und in 60 Theile getheilt ist. Jedem Theil entspricht also eine Minute; zur Ablesung dient der Index  $n$ . Da die einer Minute entsprechende Linearentfernung gegen 2 mm beträgt, so lassen sich Zehntelminuten mit Sicherheit schätzen.

Um die groben Drehungen der Scheibe  $B$  unabhängig von der Schraube  $C$  ausführen zu können, ist eine Vorrichtung angebracht, mittels welcher diese beiden Theile ausser Contact gebracht werden. Die Schraube  $CC$  ist gelagert in dem Stück  $EE$  und wird gehalten durch die Deckplättchen  $ee$ . Das Stück  $EE$  selbst ist durch den Bolzen  $g$  mit dem unter  $EE$  liegenden Stück  $F$  und hierdurch mit  $A$  so verbunden, dass der Bolzen  $g$  sich in  $F$  drehen kann. Am Stück  $F$  sitzt eine Feder  $l$ , welche gegen den mit  $E$  verbundenen Bolzen  $h$  drückt und hierdurch die Schraube  $C$  gegen  $B$  presst. Soll der Contact ausgelöst werden, so wird durch Drehung eines Hebels  $H$ , der in  $h$  seinen Drehpunkt hat und gegen eine feste plane Fläche  $K$  drückt, die Entfernung zwischen  $h$  und  $K$  so weit vergrössert, dass die Zähne frei werden.

Die vorstehend beschriebene Construction zeigt noch mancherlei Mängel, welche die Genauigkeit der aus der Messung sich ergebenden Resultate beeinträchtigen, die aber auf die eine oder die andere Weise leicht zu beseitigen sein dürften. Die Befestigung des Mikrometers, welches bei bestehenden Instrumenten doch ausschliesslich nur vor dem Objectiv angebracht werden kann, wird wohl sicherer erreicht, wenn man an Stelle der Schrauben  $S$  einen Klemmring anwendet oder aber den aufgeschobenen Theil von  $A$  aufschneidet und durch eine Schraube zusammenzieht.

Ferner wird, wie erwähnt, die Führung normal zur Axe durch die beiden Schrauben  $f$  bewirkt. Wenn nun diese Schrauben ungleichmässig angezogen werden,

so werden sie sich auch nicht gleichmässig gegen die Wandungen der entsprechenden Nuthe in *B* legen; es werden sich also Spannungen und in Folge dessen Unregelmässigkeiten zwischen den Ablesungen an dem Index *J* und dem Index *n* bemerklich machen. Bei dem vorliegenden Instrumente betragen die Differenzen der entsprechenden Ablesungen in Folge dieses Umstandes bis  $0,3''$ . Dem Uebelstande würde wohl vorzubeugen sein dadurch, dass man die Schrauben *f* ersetzt durch drei prismatische Stücke, welche durch *A* hindurch und mittels Federn an *A* befestigt in die Nuthe eingreifen. Was die Mikrometerbewegung der Scheibe *B* anbelangt, so wird die genaue Herstellung der gezahnten Scheibe dem Mechaniker manche Schwierigkeit bieten, jedoch liessen sich ja die Theilungsfehler derselben ein für allemal bestimmen. Ein anderer Uebelstand ist aber der, dass durch die groben Einstellungen diese so fein geschnittenen Zähne direct mit den Fingern in Berührung kommen und sich sowohl deshalb als wegen des Umstandes, dass die Zähne vollständig frei liegen, unvermeidlich Staubtheilchen zwischen die Zähne festsetzen, in Folge dessen die Gewinde von *CC* nicht gleich tief in die Verzahnung von *B* eingreifen und die Ablesung des Drehungswinkels fehlerhaft wird.

Endlich ist der Mechanismus, mittels dessen *C* und *B* ausser Contact gesetzt werden, derart, dass beim Gebrauche nicht nur leicht Messungsfehler entstehen, sondern auch fast unvermeidlich Beschädigungen der Verzahnung von *B* eintreten. Während nämlich im Contact die Flanken der Zähne von *C* und *B* aneinander gleiten, drücken beim Auslösen in Folge der ungünstigen Lage des Drehpunktes *g* die Gewinde von *C* in der Richtung der Axe von *C* gegen die Zähne *B* und bewirken noch eine kleine Weiterbewegung. Es müsste also die Lage von *g* so gewählt werden, dass sich die Gewinde in möglichst senkrechter Richtung von einander entfernen. Der Hebel *H* liesse sich besser durch eine excentrische Scheibe ersetzen. Bei dem vorliegenden Instrumente werden die Ruhelager des Hebels durch zwei Flächen, die mit einander einen Winkel von nahezu  $120^\circ$  einschliessen, gegeben; bei Herbeiführung des Contactes gleitet also die Kante längs einer Fläche der Stütze *K* und ist in Folge der Wirkung der Feder *l* ein Einschlagen der Gewinde von *C* in *B* nur durch grosse Vorsicht zu vermeiden. Durch dieses Einschlagen werden einmal die Zähne beschädigt, ausserdem aber erleidet auch die Einstellung am Kreise eine Verschiebung, welche bei den Versuchen bis  $12''$  betrug.

Wird nun angenommen, dass seitens des Mechanikers die Construction möglichst vollkommen hergestellt ist, so hängt die Güte der Resultate lediglich von der Beschaffenheit der angewandten Prismen ab. In dem vorliegenden Instrumente sind die Prismen aus Crownglas hergestellt, und um denselben einen bestimmt vorgeschriebenen brechenden Winkel zu geben, hat Moser jedes derselben aus zwei Scheiben hergestellt, welche er so schleifen liess, dass jede Scheibe einen brechenden Winkel erhielt, der etwas grösser war als die Hälfte des Winkels, den das Gesamtprisma erhalten sollte. Zwischen beide Scheiben wurde Canadabalsam gebracht und dieselben dann so lange auf einander gedreht, bis das entstandene Prisma den verlangten Winkel zeigte. In aller Strenge wird auf diese Weise der verlangte Winkel nicht erhalten; es ist dies jedoch auch gar nicht erforderlich, wie sich in Folgendem zeigen wird.

Das Instrument leidet indess an einem anderen Uebelstande, der es zu wirklichen Messungen im Allgemeinen ungeeignet macht. Die Prismen sind nicht achro-

Mikrometer den Vortheil, dass hierbei das Bild immer an derselben Stelle der Brennebene erscheint.

Besonders geeignet dürfte das Instrument sein zur Bestimmung der Refraction im Horizont, da ja die Aenderungen derselben den Betrag von 30' nicht überschreiten. Es wäre hierzu nun erforderlich, dieses Mikrometer mit einem Fernrohr zu verbinden, dessen Nullstellung durch ein Niveau oder eine entsprechend aufgestellte Mire bestimmt würde.

Um zu zeigen, welchen Genauigkeitsgrad man mit einem derartigen Instrumente erreichen kann, sollen in Folgendem die Resultate von Beobachtungen, welche mittels des Mikrometers ausgeführt sind, mitgetheilt werden. Eine specielle Untersuchung der einzelnen Fehlerquellen und deren Einfluss auf die zu erhaltenen Resultate hat nicht stattgefunden, da das vorliegende Modell in Folge der Farbenzerstreuung zu wirklichen Messungen nicht wohl verwertbar ist.

Bei dem vorliegenden Instrument ist der ganze Umfang der Scheibe *B* in 369 Theile getheilt, von denen jedoch beim Gebrauch in Folge der früher erwähnten Construction nur die Hälfte in Betracht kommt. Der Anschlag in der Nute *v* ist so angebracht, dass die Abdrehung des durch ihn begrenzten Winkels 183 Revolutionen der Schraube *C* erfordert. Diese Grösse entspricht bei dem vorliegenden Instrument in Wirklichkeit der halben Peripherie; denn stellte man eine horizontale Linie bei der Nullstellung ein und drehte darauf das Mikrometer um obiges Intervall, so stand die Linie wieder ein, so genau als es die Beobachtung überhaupt erkennen liess. Wollte man annehmen, dass der Betrag um eine Revolution falsch sei, so ist der entsprechende Werth 15", gleich dem halben Intervall des Fadennetzes, während in Wirklichkeit der mittlere Einstellungsfehler doch nur 1" betrug. Was ferner die Beobachtung erschwerte, war der Umstand, dass die Theilung der Scheibe *B* nicht übereinstimmte mit der Anzahl der Revolutionen der Schraube *C*. Es wurden bei der Reduction alle Angaben auf Revolutionen der Schraube *C* reducirt und dieselben dann im Verhältniss 183 : 180 in Gradmaass verwandelt. Aus 8 Bestimmungen ergaben sich folgende Beziehungen zwischen den Revolutionen der Schraube *C* und der Theilung der Scheibe *B*:

| Revolutionen | Theile der Scheibe | Revolutionen | Theile der Scheibe |
|--------------|--------------------|--------------|--------------------|
| 0            | 0.00               | 0            | 0.00               |
| 10           | 9.97               | 100          | 98.37              |
| 20           | 20.01              | 110          | 108.23             |
| 30           | 29.93              | 120          | 118.04             |
| 40           | 39.79              | 130          | 127.83             |
| 50           | 49.54              | 140          | 137.56             |
| 60           | 59.36              | 150          | 147.36             |
| 70           | 69.25              | 160          | 157.31             |
| 80           | 79.00              | 170          | 167.34             |
| 90           | 88.69              | 180          | 177.36             |

Als Beobachtungsobject diente eine auf starken Carton gezeichnete Scale, welche in einer Entfernung von 6,75 m vom Objectiv an der Wand des Beobachtungsraumes befestigt war und durch seitlich angebrachte Lampen erleuchtet wurde. Die zum Vergleich dienenden Winkel wurden an dem 10"-Universal-Instrumente von Pistor

und Martins gemessen, welches in 5' getheilt und deren Mikroskopmikrometer ganze Secunden direct geben. Die Zehntel wurden geschätzt.

Die Helligkeit der durch das Mikrometer beobachteten Bilder war merklich schwächer, einmal in Folge des Umstandes, dass beim Durchgange durch das Prismenpaar (es war bei den Versuchen, um das Instrument intact zu lassen, das feste Prisma beibehalten worden), welches eine mittlere Dicke von 10 mm hat, ein Theil der Lichtstrahlen absorbiert wird. Sodann aber kommt nur ein Theil des Fernrohrobjectivs zur Wirkung, denn da sich der Halbmesser des Objectivs zu dem des Prismas wie 24 zu 19 verhält, so wird in Folge dieser Verengung der Oeffnung die Helligkeit des Bildes nur rund  $\frac{2}{3}$  derjenigen des ganzen Objectivs betragen. Uebrigens soll gleich hier gesagt werden, dass die Genauigkeit der Resultate dieses Mikrometers durch passende Aenderung der Construction erhöht werden könnte, denn bei diesen Versuchen war eine dann fortfallende Fehlerquelle ziemlich störend.

Das Mikrometer hat nämlich ein Gewicht von 473 gr und unter dieser Belastung musste das Fernrohr eine beträchtliche Biegung (11") erfahren. Die Folge davon war, dass beim Einstellen am Mikrometer das Fernrohr in Schwingungen gerieth, wodurch die Pointirung schädlich beeinflusst wurde.

Es handelte sich nun zunächst darum, den Werth von  $\mathcal{A}$  zu ermitteln, was auf verschiedene Weise geschehen kann.

Kennt man den brechenden Winkel  $\alpha$  des Prismas, sowie den mittleren Brechungscoefficienten  $n$  desselben, so ist wie schon erwähnt:

$$\delta = i + i_1 - \alpha$$

wo für einen gegebenen Werth des Einfallswinkels  $i$  der entsprechende Werth  $i_1$  berechnet wird nach der Formel:

$$\sin i_1 = \sin \alpha \sqrt{n^2 - \sin^2 i} - \cos \alpha \sin i.$$

Dieser Weg wurde nicht eingeschlagen, sondern es wurde die Grösse der Ablenkung direct gemessen, am Horizontalkreise des 10-zölligen Universalinstrumentes. Stellt man nämlich bei der Nullstellung des Prismas ein bestimmtes Object ein, liest hierfür den Kreis ab, dreht darauf das Prisma um  $180^\circ$ , bewirkt jetzt die Einstellung desselben Objectes durch Nachdrehung des Kreises und liest diesen von Neuem ab, so ist die Differenz beider Ablesungen gleich der gesuchten Grösse. Den doppelten Betrag von  $\mathcal{A}$  kann man auf folgende Weise erlangen. Man stellt das Prisma auf  $180^\circ$ , in welcher Stellung es die Maximal-Ablenkung des Lichtstrahls in horizontalem Sinne zeigt und bewirkt die Einstellung des Objectes durch Drehung des Kreises, dessen Stellung dann abgelesen wird. Hierauf wird das ganze Mikrometer auf dem Objectivkopf um  $180^\circ$  gedreht, dasselbe Object durch Drehung des Kreises eingestellt und die Kreisstellung abgelesen. Aus der Differenz beider Ablesungen erhält man den Werth  $2\mathcal{A}$ , unter Berücksichtigung der der Nullstellung des Prismas entsprechenden parallelen Verschiebung des Objectes, deren doppelter Betrag in der gebildeten Differenz enthalten ist. Denn bildet die Normale der äusseren parallelen Begrenzungsflächen mit der Collimationslinie in einer durch diese gelegten Horizontalebene einen Winkel, so wird an Stelle eines in der verlängerten Collimationslinie gelegenen Punktes ein rechts oder links daran gelegener Punkt, je nach der Neigung der Flächen im Fadenkreuz eintreten, mit andern Worten, es wird die gemachte Ablesung für die Collimationslinie zu gross oder zu klein sein. Dreht man dann das ganze Mikrometer um  $180^\circ$ , so wird die Flächennormale auf



die andere Seite der Collimationslinie zu liegen kommen, und bringt man nun dasselbe Object zum Einstehen, so wird, wenn die erste Ablesung zu gross gewesen, diese zu klein werden, oder umgekehrt. Die Differenz beider Ablesungen ist also um den doppelten Betrag zweier Verschiebungen zu gross oder zu klein. In der nachfolgenden Zusammenstellung sind deshalb nur diejenigen Bestimmungen von  $\mathcal{A}$ , hergeleitet aus  $2\mathcal{A}$ , mit aufgeführt, bei denen die entsprechende Reduction jedesmal direct bestimmt wurde.

Bei den verschiedenen Bestimmungen von  $\mathcal{A}$  hatte der Index ( $J$ ) verschiedene Lagen zur Collimationslinie und sind diese den einzelnen Beobachtungen beigefügt worden.

Zunächst wurde der Werth von  $\mathcal{A}$  bestimmt für die Lage, in welcher die brechenden Kanten vertical sind. Die erhaltenen Werthe sind folgende:

|                                     |                                              |
|-------------------------------------|----------------------------------------------|
| $J$ unten ( $180^\circ - 0^\circ$ ) | : $\mathcal{A} = 28' 40.65''$                |
| $J$ oben ( $0^\circ - 180^\circ$ )  | : $\mathcal{A} = 28' 46.50''$                |
| "                                   | 37.67                                        |
| "                                   | 42.28                                        |
| "                                   | 41.88                                        |
| $J$ ( $180^\circ$ ) (oben — unten)  | : $2\mathcal{A} + \text{Red.} = 57' 16.62''$ |
| "                                   | 18.97                                        |

Die Reduction für die beiden letzten Bestimmungen betrug  $-12''.20$ . Bringt man selbige an und vereinigt alle 7 Bestimmungen zu einem Mittel, so erhält man

$$\mathcal{A} = 28' 41''.83 \text{ mit dem mittleren Fehler von } \pm 1''.03.$$

Die einzelne Beobachtung ist mit einem mittleren Fehler von  $\pm 2''.73$  behaftet. Dieser grosse Betrag ist zurück zu führen auf die Unsicherheit der Pointirung in Folge der Dispersion, welche bei dieser Anordnung der Prismen den Maximalwerth erreicht.

Für eine andere Reihe von Bestimmungen wurde das Mikrometer so befestigt, dass die brechenden Kanten horizontal zu liegen kamen. Um von dieser Nullstellung aus das bewegliche Prisma nach beiden Seiten drehen zu können, wurde dasselbe gegen den Index  $J$  um  $90^\circ$  verstellt, so dass der Index  $90^\circ$  zeigte, wenn die brechende Kante von  $p_{II}$  horizontal war. Durch diese Anordnung wurde gleichzeitig der schädliche Einfluss der Dispersion, herrührend vom festen Prisma, auf horizontale Winkelmessungen beseitigt. Bei diesen Bestimmungen wurden die Kreisablesungen gemacht für die Indexstellungen  $0^\circ$ ,  $90^\circ$  und  $180^\circ$ . Um die so gleichzeitig gefundenen Werthe  $\frac{\mathcal{A}}{2}$  mit einander vergleichen zu können, musste für jede Bestimmung auch der Nullpunkt der Theilung bestimmt werden, welche Bestimmung in der Weise ausgeführt wurde, dass in verschiedenen Zenithdistanzen ein Object zu beiden Seiten der Nullstellung pointirt wurde. Die so erhaltenen Werthe von  $\mathcal{A}$  sind folgende:

|                                     |                 |                                      |                 |
|-------------------------------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------|
| $J$ links ( $0^\circ - 180^\circ$ ) | $= 28' 41.38''$ | $J$ rechts ( $180^\circ - 0^\circ$ ) | $= 28' 41.72''$ |
| "                                   | $= 38.67$       | "                                    | $= 39.70$       |
| "                                   | $= 41.77$       | "                                    | $= 39.70$       |
| "                                   | $= 43.50$       | "                                    | $= 42.80$       |
| "                                   | $= 42.83$       | "                                    | $= 43.20$       |
| "                                   | $= 43.42$       | "                                    | $= 41.45$       |
| "                                   | $= 42.10$       | "                                    | $= 38.60$       |
| "                                   | $= 40.72$       |                                      |                 |
| "                                   | $= 43.78$       |                                      |                 |
| "                                   | $= 39.58$       |                                      |                 |

$$\begin{array}{r}
 \text{Red.} \\
 J \ 180^\circ (r-l) = 28' \begin{array}{l} 1.22 + 40.19 = 28' \ 41.41 \\ 2.48 + 49.19 = \quad 42.67 \end{array} \\
 J \ 0^\circ (l-r) = 29 \begin{array}{l} 18.30 - 40.19 = \quad 38.11 \\ 17.17 - 40.19 = \quad 36.98 \\ 20.57 - 40.19 = \quad 39.38 \\ 17.63 - 40.19 = \quad 37.44 \end{array}
 \end{array}$$

Im Mittel aus allen 23 Bestimmungen  $\mathcal{A} = 28' 40''.91$  mit dem mittleren Fehler von  $\pm 0''.43$ .

Die einzelne Bestimmung ist mit einem mittleren Fehler von  $\pm 2''.04$  behaftet.

In Wirklichkeit ist bei den späteren Reductionen für  $\mathcal{A}$  der Werth  $28' 40''.77$  verwendet worden. Es waren diese Reductionen bereits ausgeführt, als noch einige Bestimmungen für  $\mathcal{A}$  gemacht wurden. Es sind in Folge dieser Differenz die späteren Mikrometermessungen um  $\frac{1}{12300}$  ihres absoluten Betrages unsicher und kann diese Unsicherheit im Maximum  $0''.14$  betragen.

Um zu sehen, mit welcher Genauigkeit Prismen von einem vorgeschriebenen Winkel nach dem Moser'schen Verfahren hergestellt werden können, ist nach Beendigung der Versuche auch für das feste Prisma der Werth  $\mathcal{A}_1$  bestimmt worden. Aus 4 Beobachtungen ergab sich  $\mathcal{A}_1 = 28' 53''.86 \pm 0''.62$ .

Von den anderweitigen Versuchsreihen sollen nur diejenigen mitgeteilt werden, die bei der zuletzt erwähnten Befestigungsweise ausgeführt sind, bei welchen also nur die Ablenkung durch das bewegliche Prisma in Frage kommt.

Die nachstehende Tabelle enthält in der ersten Colonne die auf der Scala eingestellten Striche. Die Colonne 2 zeigt die Stellung des Prismas auf ganze Revolutionen abgerundet. Die folgenden 6 Colonnen enthalten die Winkelwerthe der einzelnen Striche ausgehend von Strich 35. Diese Werthe wurden erhalten nach der Formel  $\frac{\mathcal{A}}{2} \sin \varphi$ , wo  $\varphi$  der den einzelnen Strichen entsprechende Drehungswinkel in Gradmaass, hergeleitet aus den Angaben der Colonne 2, ist. Die letzte Colonne enthält die Winkelwerthe der Striche, gemessen am Horizontalkreise des 10-zölligen Instruments, und zwar wurde jeder Winkel dreimal gemessen. Da die gemessenen Winkel klein sind, so hat ein Standwechsel hierbei nicht stattgefunden.

| Strich. | Stelle des Prismas. | Winkelwerthe vom Strich 35 aus gezählt |        |          |        |          |        | Winkelwerthe am Kreise gemessen. |
|---------|---------------------|----------------------------------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------------------------------|
|         |                     | März 20.                               | 1881.  | März 22. | 1881.  | März 22. | 1881.  |                                  |
| 10      | 155                 | 766.16                                 | 765.03 | 762.77   | 763.57 | 762.62   | 762.69 | 768.71                           |
| 15      | 137                 | 613.83                                 | 612.25 | 610.73   | 611.65 | 610.51   | 609.79 | 613.14                           |
| 20      | 123                 | 457.37                                 | 461.79 | 458.59   | 460.25 | 459.03   | 458.37 | 459.96                           |
| 25      | 112                 | 302.65                                 | 306.75 | 304.69   | 305.87 | 303.47   | 302.94 | 304.19                           |
| 30      | 101                 | 150.27                                 | 152.89 | 151.86   | 152.52 | 151.35   | 152.64 | 150.05                           |
| 35      | 91                  | 0.                                     | 0.     | 0.       | 0.     | 0.       | 0.     | 0.                               |
| 40      | 80                  | 159.77                                 | 161.47 | 163.54   | 163.18 | 163.68   | 164.22 | 160.71                           |
| 45      | 69                  | 318.81                                 | 317.96 | 320.91   | 319.97 | 321.49   | 321.82 | 316.84                           |
| 50      | 57                  | 474.31                                 | 474.68 | 477.16   | 476.46 | 479.17   | 477.59 | 473.76                           |
| 55      | 43                  | 631.13                                 | 631.72 | 633.76   | 632.33 | 632.01   | 633.24 | 628.62                           |
| 60      | 24                  | 785.04                                 | 785.04 | 789.39   | 788.15 | 790.18   | 790.06 | 782.54                           |

Die Beobachtungen vom 20. März wurden in der Weise ausgeführt, dass bei Strich 35 beginnend die Striche abwärts bis 10 beobachtet wurden, hierauf aufwärts über 35 hinaus bis Strich 60 und von da wieder nach dem Ausgangspunkte zurück. Am 22. März wurde mit Strich 10 angefangen und aufwärts bis 60 und dann wieder nach dem Ausgangspunkte zurück beobachtet. An diesen Tage wurde jeder Strich zweimal unmittelbar hintereinander beobachtet. Ausserdem wurde für jede Mikrometereinstellung der Horizontalkreis von neuem abgelesen, um eine Veränderung desselben in Folge der Manipulationen am Mikrometer constatiren zu können. Bei den Beobachtungen März 20. ist es zweimal vorgekommen, dass beim Incontactsetzen von *C* mit *B* durch starkes Einschlagen eine Bewegung des Kreises stattfand. Die bezüglichen Drehungen betragen  $5''.82$  und  $12''.23$ , welche Beträge oben bereits angebracht sind.

Vergleicht man die einzelnen Beobachtungsergebnisse mit einander, so sieht man zunächst, dass die Resultate desselben Tages unter einander gut stimmen. Jedoch weichen die Resultate verschiedener Tage nicht nur von einander, sondern auch von den Werthen der letzten Colonne merklich ab. Für die Beobachtungen eines und desselben Tages ist sowohl das Mikrometer in sich, als auch in der Verbindung mit dem Fernrohr intact geblieben, es spricht also die oben erwähnte gute Uebereinstimmung der Resultate dafür, dass das Mikrometer bei exacter Construction brauchbare Resultate liefern würde. Dass die Resultate der verschiedenen Tage Abweichungen von einander zeigen, liegt einfach an der fehlerhaften Bestimmung des Nullpunktes. Selbige erfolgte in der Weise, dass ein horizontaler Strich in verschiedenen Zenithdistanzen zu beiden Seiten der Nullstellung pointirt wurde. Die Pointirung selbst wurde beeinflusst durch die vom festen Prisma herrührende Dispersion. Diese war gering in der Nähe der Nullstellung; jedoch da die Aenderung der verticalen Abweichung dem Sinus versus des Drehungswinkels proportional ist, so entspricht einer beträchtlichen Aenderung des Drehungswinkels nur eine geringe Aenderung der verticalen Abweichung, der Drehungswinkel selbst geht aber in die Bestimmung des Nullpunktes voll ein, wodurch die Unsicherheit der letzteren erklärlich ist. In anderen Zenithdistanzen wird die Bestimmung durch die Dispersion und den Theilungsfehler der Scheibe *B* beeinflusst. Durch ein achromatisches Prisma und durch Kenntniss der Theilungsfehler lässt sich diese Unsicherheit beseitigen.

Der Einfluss des Nullpunktfehlers ist dem Sinus des Drehungswinkels proportional, also am grössten für Strich 35, und da von hier aus die Winkel gezählt sind, so muss der Fehler auch wachsen mit zunehmendem Winkel und verschiedenes Zeichen haben für die Striche unter und über 35. Bei einem Blick auf die Tabelle findet man dies vollständig bestätigt.

Bildet man die Winkelwerthe zwischen denjenigen Strichen, welche annähernd gleich weit von 35 zu beiden Seiten der Nullstellung liegen, so ist hierfür der Einfluss des Nullpunktfehlers fast verschwindend. In der folgenden Tabelle (S. 148 oben) sind die Resultate zusammengestellt.

Aus dem Vergleich der beiden letzten Columnen lässt sich der Gang des Theilungsfehlers des Mikrometers erkennen. Um den Verlauf desselben deutlicher übersehen zu können, sowie vor Allem einen Maassstab zu haben für die Genauigkeit, welche den Messungen, an den verschiedenen Stellen des Prismas ausgeführt beizulegen ist, wurde eine besondere Beobachtungsweise ausgeführt in der Weise, dass

| Strich | Winkelwerthe für |         |          |         |         |         | Mittel aus allen 6 | Winkel am Kreise |
|--------|------------------|---------|----------|---------|---------|---------|--------------------|------------------|
|        | März 20.         |         | März 22. |         |         |         |                    |                  |
| 10—60  | 1551.20          | 1550.07 | 1552.16  | 1551.72 | 1552.80 | 1552.75 | 1551.78            | 1551.25          |
| 15—55  | 1244.96          | 1243.97 | 1244.49  | 1243.98 | 1242.52 | 1243.03 | 1243.83            | 1241.76          |
| 20—50  | 931.68           | 936.47  | 935.75   | 936.71  | 938.20  | 935.96  | 935.80             | 933.72           |
| 25—45  | 621.46           | 624.71  | 625.60   | 625.84  | 624.96  | 624.76  | 624.56             | 621.03           |
| 30—40  | 310.04           | 314.36  | 315.40   | 315.70  | 315.03  | 316.86  | 314.57             | 310.76           |

der Winkel zwischen Strich 35 und 40 an zehn verschiedenen Stellen des Prismas gemessen wurde. Auf jedem Stande wurde der Winkel zehnmal gemessen in der Reihenfolge Strich 35, 40, 40, 35 etc. Für jede einzelne Einstellung wurden *C* und *B* ausser Contact gesetzt. Jeder folgende Stand schloss sich angenähert dem vorhergehenden an, immer mit vollen Revolutionen beginnend. Ein Fehler in Bestimmung des Nullpunktes hat auf die Standmittel nur einen Einfluss von einigen Hundertel-Seconden, denn selbst für 30' Fehler ist das Standmittel im Maximum erst um 0".1 falsch.

Die folgende Tabelle enthält die Resultate dieser Beobachtungsreihe übersichtlich zusammengestellt.

| Stand | Stellung des Prismas | Mittlerer Fehler einer Einstellung. | Mittlerer Fehler einer einmaligen Winkelmessung | Winkelwerth Mittel aus 10. | Mittlerer Fehler des Resultats. | Stand | Stellung des Prismas. | Mittlerer Fehler einer Einstellung. | Mittlerer Fehler einer einmaligen Winkelmessung | Winkelwerth Mittel aus 10. | Mittlerer Fehler des Resultats. |
|-------|----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|-------|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| I     | Revol.               | "                                   | "                                               | 160.02                     | ± 0.17                          | VI    | Revol.                | "                                   | "                                               | 161.21                     | ± 0.26                          |
|       | 23                   | 0.34                                | 0.54                                            |                            |                                 |       | 92                    | 0.47                                | 0.83                                            |                            |                                 |
| II    | 43                   | 0.33                                |                                                 |                            |                                 |       | 103                   | 0.73                                |                                                 |                            |                                 |
|       | 43                   | 0.67                                | 0.50                                            | 159.60                     | ± 0.16                          | VII   | 103                   | 0.63                                | 0.80                                            | 159.45                     | ± 0.25                          |
| III   | 57                   | 0.28                                |                                                 |                            |                                 |       | 114                   | 0.47                                |                                                 |                            |                                 |
|       | 57                   | 0.40                                | 0.62                                            | 160.05                     | ± 0.20                          | VIII  | 114                   | 0.45                                | 0.99                                            | 160.05                     | ± 0.31                          |
| IV    | 69                   | 0.52                                |                                                 |                            |                                 |       | 126                   | 0.93                                |                                                 |                            |                                 |
|       | 69                   | 0.62                                | 1.05                                            | 160.12                     | ± 0.33                          | IX    | 127                   | 0.53                                | 0.54                                            | 161.47                     | ± 0.17                          |
| V     | 80                   | 0.62                                |                                                 |                            |                                 |       | 142                   | 0.27                                |                                                 |                            |                                 |
|       | 80                   | 0.42                                | 0.61                                            | 164.21                     | ± 0.19                          | X     | 142                   | 0.25                                | 0.64                                            | 157.81                     | ± 0.20                          |
|       | 91                   | 0.52                                |                                                 |                            |                                 |       | 165                   | 0.55                                |                                                 |                            |                                 |

Aus dem Vergleich der Standmittel ersieht man sofort, dass an 2 Stellen das Mikrometer einen beträchtlichen Theilungsfehler hat. Der Theilungsfehler innerhalb Stand V spricht sich auch in den Werthen der Tabelle auf Seite 146 deutlich aus, während daselbst der Theilungsfehler in Stand X nicht so zur Geltung kommt, da nur ein Theil des Intervalls von Stand X einbegriffen ist. Ferner lässt sich aus den beigegeführten Einstellungsfehlern nicht constatiren, dass die Dispersion einen merklichen Einfluss auf die Güte der Messung ausgeübt; es ist dies daraus erklärlich, dass bei der angeführten Beobachtungsmethode eigentlich nur die Dispersionsänderung entsprechend der Aenderung des Drehungswinkels, in Frage kommt.

Zum Vergleich wurde endlich der Winkel 35—40 am 10-zölligen Instrumente gemessen, und zwar an einer Stelle des Kreises in zehn Sätzen. Das Resultat dieser Messung war

$$35-40 = 160''.62 \pm 0.34.$$

Die einfache Messung ist mit einem mittleren Fehler von  $\pm 1''.06$  behaftet.

Bildet man auch das Gesamtmittel aus den zehn Ständen der Prismenmessung

so erhält man  $160''.41$ . Beide Werthe zeigen eine sehr gute Uebereinstimmung. Wirft man noch einen Blick auf die Grösse der den Standmitteln anhaftenden mittleren Fehler, so findet man, dass derselbe für alle Stände kleiner ist als bei den Messungen am 10-zölligen Instrumente. Da der Fehler der Pointirung in beiden Fällen der nämliche ist, so spricht dies dafür, dass bei dem dioptrischen Mikrometer die Ablesungsfehler geringer sein müssen, als am 10-zölligen Instrumente.

Aus diesem Allen geht hervor, dass die Messungen kleiner Winkel, mit dem dioptrischen Mikrometer ausgeführt, ein achromatisches Prisma und ein in allen seinen Theilen exact hergestelltes Instrument vorausgesetzt, mindestens denselben Grad von Genauigkeit beanspruchen dürfen als die an dem 10-zölligen Instrumente ausgeführten Messungen. Ausserdem wird bei Verwendung des dioptrischen Mikrometers fast die ganze Zeit, die sonst erforderlich ist, um die vier Striche des Kreises, entsprechend einer Pointirung, mittels des Mikroskop-Mikrometers abzulesen, erspart.

Was nun die dem dioptrischen Mikrometer zu Grunde liegende Idee, Winkel durch ein Prisma mit veränderlichem brechenden Winkel zu messen, anbelangt, so ist diese durchaus nicht neu, vielmehr hat Moser von Neuem erfunden, was bereits vor hundert Jahren bekannt war und in anderer Weise auch ausgenutzt worden ist. Als Rochon sein Mikrometer, beruhend auf der doppelten Brechbarkeit des Bergkrystalls, erfand, ist er bei seinen Untersuchungen auf obige Idee geführt worden, wie aus einer Reihe von Abhandlungen z. Th. erschienen unter dem Titel: „*Recueil des mémoires sur la mécanique et sur la physique*“. Paris 1783“; sowie auch im „*Journal de physique*“ Jahrgang 1801, 1811 und 1812, zu ersehen ist. Kurz darauf entspann sich zwischen Rochon und Boscovich ein Prioritätsstreit wegen der Idee, veränderliche Prismen zum Messen beliebig grosser Winkel zu verwenden, in welchem Rochon die Entscheidung der Pariser Akademie, der er seine Untersuchungen vorgelegt hatte, anrief. In dem Gutachten der niedergesetzten Commission findet sich nun folgender Passus: . . . „*m'a fait voir un instrument destiné à mesurer des angles, et où il n'employoit que deux prismes de verre ordinaire; un de ces prismes avoit un mouvement circulaire et par conséquent l'instrument mesuroit des angles depuis zéro jusqu'au double de l'angle formé par chaque prisme . . .*“ welcher keinen Zweifel über meine obige Behauptung lässt.

Schliesslich will ich noch erwähnen, dass nach Ausweis der Patentschriften das Moser'sche Patent auf das dioptrische Mikrometer bereits erloschen ist.

## Ueber Erzeugung und Untersuchung von Mikrometerschrauben.

### IV. Uebersicht über die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen von Mikrometerschrauben.

Von  
Dr. A. Westphal in Berlin.

Die Mikrometerschrauben waren schon lange als wichtige Hilfsmittel in die beobachtenden Wissenschaften eingeführt, ehe sich die Beobachter die Aufgabe stellten, die etwaigen Fehler derselben zu ermitteln und bei den Beobachtungs-

Erst Bessel, dem wir die Initiative auf so vielen  
 war es, der eine systematische Schraubenuntersuchung  
 angab, die Fehler von Mikrometerschrauben zu er-  
 sind dann viele andere Astronomen gefolgt und  
 Anzahl von Untersuchungen vor über die Fehler von  
 Ursachen. Diese Untersuchungen finden sich aber  
 zerstreut, theils in grösseren Werken, theils in Zeit-  
 schriften daher am Platze sein, die bisherigen Ergebnisse  
 noch zusammenzustellen.

Der Gegenstand zuerst in dem wichtigen Werke, welches  
 das preussische Längenmaasses in den Jahren 1835—1838  
 herausgegeben ist. Es wird hier unter Anderem die Prüfung des Appa-  
 rat von Baumann für die Untersuchung des thermischen Ver-  
 haltens gebaut hatte. Gleich bei den ersten Erprobungen  
 zeigte es sich, dass die Bewegung des Mikrometers  
 Schraubentrommel einander nicht entsprachen. Der Fehler  
 bei der ganzen Umdrehung in unveränderter Grösse wieder.  
 auf den Flächen, womit die in der Trommel des Mikro-  
 meters Trommelschraube und der Körper desselben sich berühren; er  
 wollte beseitigen, aber Bessel sah von einer mechanischen  
 Ursache ab und wollte vielmehr die Fehler von Mikrometerschrauben

in folgender Weise: Er legte eine von zwei zu zwei Zehntel-  
 des Schrittes des Mikrometers und stellte darüber ein mit  
 einem Mikroskop auf. Mittels der Mikrometerschraube führte er  
 den Zwischenraum zwischen zwei bestimmten Strichen der  
 Schraube der Grösse derselben durch die Schraube. Dieser Zwischenraum  
 wurde bei mehreren ganzen Umdrehungen der Schraube gleich ge-  
 messen geschah nach einander von verschiedenen Punkten  
 der Schraube nämlich vom Nullpunkt der Schraubentrommeltheilung  
 nach und nach jedes einzelne Zehntel dieser Theilung zum  
 Zweck gemacht. Die Messungen erstreckten sich auf das Intervall  
 der Schraube, wurden zehnmal wiederholt und die Mittel in  
 vereinigt:

Die Periodicität der Fehler der Schraube äusserst nahe  
 durch die Formel

$$25^a + \alpha' \cos a + \beta' \sin a + \alpha'' \cos 2a + \beta'' \sin 2a + \dots \}$$

welchen den beiden Orten aus, welche ein bestimmter Punkt der  
 Schraube einnimmt, wenn die Schraube erst auf 25°0 und dann auf  
 25°10, 25°20, 25°30, 25°40, 25°50, 25°00, 25°10, 25°20, 25°30, 25°40, 25°50  
 müssigen aus den Beobachtungen bestimmt werden;  
 die corrigirter Schraubenumdrehungen aus, welche einer Linie  
 des von a abhängige Glied, welches nicht periodisch ist, giebt die  
 des Mikrometers entstehenden Fehler an. Bessel bestimmte a

| Anfangs-Stellung der Schraube | Grösse des Intervalles, ausgemessen an der Schraube. |                 |                 |                 | Gesamtmittel | Abweichung vom Mittel |
|-------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------------|
|                               | 25 <sup>n</sup>                                      | 26 <sup>n</sup> | 27 <sup>n</sup> | 28 <sup>n</sup> |              |                       |
| 0.0                           | 1.6493                                               | 1.6452          | 1.6413          | 1.6407          | 1.6441       | + 0.0280              |
| 0.1                           | 6517                                                 | 6476            | 6428            | 6436            | 6464         | + 0.0255              |
| 0.2                           | 6606                                                 | 6610            | 6562            | 6550            | 6582         | + 0.0139              |
| 0.3                           | 6784                                                 | 6720            | 6732            | 6707            | 6736         | - 0.0015              |
| 0.4                           | 6909                                                 | 6886            | 6865            | 6852            | 6878         | - 0.0157              |
| 0.5                           | 6984                                                 | 6978            | 6989            | 6952            | 6976         | - 0.0255              |
| 0.6                           | 7082                                                 | 7027            | 7012            | 6986            | 7014         | - 0.0293              |
| 0.7                           | 6923                                                 | 6906            | 6914            | 6871            | 6904         | - 0.0183              |
| 0.8                           | 6733                                                 | 6683            | 6716            | 6672            | 6701         | + 0.0020              |
| 0.9                           | 6519                                                 | 6524            | 6502            | 6508            | 6513         | + 0.0208              |

durch blosse Vergleichung der auf gleichen Zeilen des obigen Täfelchens stehenden Zahlen und fand

$$a = + 0.00054.$$

Nach Einsetzung dieses Werthes bleiben in obiger Formel nur die periodischen Glieder übrig. Jede einzelne Messung ergibt eine Gleichung von obiger Form und Bessel konnte nach der Methode der kleinsten Quadrate die Werthe von  $\alpha'$ ,  $\beta'$ ,  $\alpha''$ ,  $\beta''$  bestimmen. Er erhielt  $\alpha' = - 0^{\circ}01131$ ,  $\beta' = - 0^{\circ}01276$ ,  $\alpha'' = 0^{\circ}00082$ ,  $\beta'' = + 0.00235$ .

Die späteren Glieder der Formel waren von unbedeutender und nicht mehr mit Sicherheit bestimmbarer Grösse. Der berichtigte Werth von  $a$  ging also aus der Formel hervor:

$$a + (a - 25)^{\circ} \cdot 0.00054 - 0.01131 \cos a - 0.01276 \sin a + 0.00082 \cos 2a + 0.00235 \sin 2a.$$

Unter Annahme dieser Correctionen berichtigte Bessel jeden einzelnen Werth der obigen Tabelle und behielt Unterschiede zurück, welche ihrer Kleinheit wegen füglich den Beobachtungsfehlern zur Last gelegt werden konnten. — Im Jahre 1837 erhielt der Comparator neue Schrauben, da Baumann ein Verfahren gefunden hatte, Mikrometerschrauben mit einem erheblich grösseren Grade von Genauigkeit, als bisher, zu schneiden. Die Schrauben wurden genau in derselben Weise, wie die früheren, untersucht; sie zeigten eine solche Vollkommenheit, dass Bessel den Gewinn, der aus der Anwendung der abgeleiteten Correctionswerthe folgen würde, sehr gering anschlug. Die folgende Tabelle giebt ein Bild der beobachteten Fehler.

| Anfangs-Stellung der Schraube | Mikrometer |        | Abweichung vom Mittel |          |
|-------------------------------|------------|--------|-----------------------|----------|
|                               | I          | II     | I                     | II       |
| 0.0                           | 1.6667     | 1.6607 | + 0.0002              | + 0.0004 |
| 0.1                           | 6651       | 6596   | - 0.0014              | - 0.0007 |
| 0.2                           | 6657       | 6592   | - 0.0008              | - 0.0011 |
| 0.3                           | 6639       | 6594   | - 0.0026              | - 0.0009 |
| 0.4                           | 6651       | 6596   | - 0.0014              | - 0.0007 |
| 0.5                           | 6684       | 6611   | + 0.0019              | + 0.0008 |
| 0.6                           | 6666       | 6614   | + 0.0001              | + 0.0011 |
| 0.7                           | 6676       | 6617   | + 0.0011              | + 0.0014 |
| 0.8                           | 6678       | 6604   | + 0.0013              | + 0.0001 |
| 0.9                           | 6679       | 6599   | + 0.0014              | - 0.0004 |

Weit eingehender als die bisher besprochenen Schrauben behandelt Bessel<sup>1)</sup> die Untersuchung einer Mikrometerschraube des grossen Königsberger Heliometers. Es ist dies die Schraube der Objectivhälfte II, mit welcher Bessel alle seine Messungen am Heliometer ausgeführt hat. Die Untersuchungen der periodischen und der fortschreitenden Fehler der Schraube werden hier getrennt geführt.

Zur Ermittlung der periodischen Ungleichheiten der Schraube bediente sich Bessel einer von Baumann construirten Einrichtung, welche er folgendermassen beschreibt: „Sie besteht aus zwei abgesonderten Theilen, welche auf die Schieber „der beiden Objectivhälften aufgeschraubt werden können. Der auf dem Schieber I „zu befestigende trägt zwei nach entgegengesetzten Seiten wirkende Fühlhebel, der „auf den Schieber II aufzuschraubende trägt zwei quadratische, senkrecht auf ihre „gemeinschaftliche Axe abgeschnittene Prismen von hartem Stahl, welche in einer „der Bewegungslinie der Schieber parallelen Bahn einzeln bewegt und an beliebigen „Stellen derselben befestigt werden können, so dass die Entfernung ihrer Endflächen „von einander willkürlich geändert werden kann. Die beiden Fühlhebel des ersten „Theils befinden sich zwischen diesen Endflächen, so dass ebensowohl der eine „gegen eine derselben, als der andere gegen die andere wirken kann. Wenn nun „der Schieber I so gestellt wird, dass der eine Fühlhebel die ihm entgegenstehende „Endfläche gehörig berührt, wenn dann der Schieber II soweit bewegt wird, dass „bei dem anderen Fühlhebel und der anderen Endfläche dasselbe eintritt, so hängt „die Grösse der dazu erforderlichen Bewegung offenbar nur von der Entfernung der „Endflächen der beiden Prismen ab; und von welchem Punkte sie auch ausgehen „möge, ist sie so lange beständig, als diese Entfernung nicht geändert wird.“

Bei der Untersuchung stellte nun Bessel die Prismen zunächst so, dass ihre Entfernung ein Fortschreiten von etwa 0<sup>m</sup>5 bedingte und beobachtete dieses Fortschreiten, indem er nach und nach jedes Zehntel der Schraubentrommel von 55<sup>m</sup>0 bis 64<sup>m</sup>9 zum Anfange wählte; dann wurden die Prismen bis auf eine Entfernung von etwa 0<sup>m</sup>25 einander genähert und dieselben Windungen der Schraube auf dieselbe Weise untersucht. Die Mittel aus den entsprechenden Zehnteln aller zehh Windungen ergaben folgende Werthe:

| Anfangs-Stellung<br>der<br>Schraube | 1. Entfernung. | 2. Entfernung. | Abweichung vom Mittel |          | Mittel der<br>Abweichungen. |
|-------------------------------------|----------------|----------------|-----------------------|----------|-----------------------------|
|                                     |                |                | 1.                    | 2.       |                             |
| 0.0                                 | 0.50045        | 0.26610        | - 0.0024              | - 0.0038 | - 0.0031                    |
| 0.1                                 | 49690          | 26495          | + 0.0011              | - 0.0026 | - 0.0008                    |
| 0.2                                 | 49440          | 26465          | + 0.0036              | - 0.0023 | + 0.0007                    |
| 0.3                                 | 49240          | 26160          | + 0.0056              | + 0.0007 | + 0.0032                    |
| 0.4                                 | 49260          | 25805          | + 0.0054              | + 0.0043 | + 0.0049                    |
| 0.5                                 | 49555          | 25680          | + 0.0025              | + 0.0055 | + 0.0040                    |
| 0.6                                 | 49905          | 25850          | - 0.0010              | + 0.0038 | + 0.0014                    |
| 0.7                                 | 50140          | 26200          | - 0.0034              | + 0.0003 | - 0.0016                    |
| 0.8                                 | 50340          | 26440          | - 0.0054              | - 0.0021 | - 0.0038                    |
| 0.9                                 | 50350          | 26600          | - 0.0055              | - 0.0037 | - 0.0046                    |

Das Verhalten der Schraube ist für beide Entfernungen nahezu gleich. Dieselbe Periode zeigte die Schraube auch an vier anderen auf dieselbe Weise untersuchten

<sup>1)</sup> Engelmänn, Bessel's Abhandlungen. Band 2, p. 141 ff.



Stellen, und Bessel erwähnt, dass er dieselbe Erscheinung an allen Schrauben, welche er untersucht, gefunden habe. Ich werde auf diesen Umstand später noch zurückkommen.

Allgemein stellt nun Bessel die Correction  $q(u)$  einer Angabe  $u$  der Trommel durch die Formel dar:

$$q(u) = \alpha \cos u + \beta \sin u + \alpha'' \cos 2u + \beta'' \sin 2u.$$

Wenn also  $f$  den gemessenen Zwischenraum,  $u$  und  $u'$  die entsprechenden Trommelablesungen bedeuten, so hat man:

$$f = u' - u + \alpha (\cos u' - \cos u) + \beta (\sin u' - \sin u) + \alpha' (\cos 2u' - \cos 2u) + \beta' (\sin 2u' - \sin 2u).$$

Jede Messung ergibt eine Gleichung von dieser Form; man kann also aus allen Beobachtungen nach der Methode der kleinsten Quadrate die Werthe von  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\alpha'$ ,  $\beta'$  bestimmen. Bessel erhielt auf diese Weise für das Intervall von  $55''$  bis  $65''$  folgende Correctionsformel:

$$q(u) = + 0.001608 \cos u - 0.002386 \sin u - 0.000499 \cos 2u - 0.000057 \sin 2u.$$

Die Fehler, welche bei Anwendung dieser Formel auf die oben angeführten Mittelwerthe zurückblieben, gingen nicht über den Betrag von  $0''0012$  hinaus und zeigten damit zur Genüge die Brauchbarkeit der angewandten Formel.

Es wurde schon erwähnt, dass Bessel dieselben Untersuchungen noch an vier anderen Stellen der Schraube ausgeführt hat. Als arithmetisches Mittel aus allen fünf Ausgleichungsformeln  $q(u)$  fand Bessel folgenden Werth, der für die ganze Länge der Schraube angewandt werden kann:

$$q(u) = + 0.001999 \cos u - 0.002701 \sin u - 0.000387 \cos 2u + 0.000196 \sin 2u.$$

Während man nun aber allen Beobachtungen eine solche Anordnung geben kann, dass das Resultat von dem Einfluss der periodischen Fehler befreit, die Kenntniss derselben also unnöthig wird, ist dies in Bezug auf die fortschreitenden Fehler nicht möglich; eine Untersuchung dieser Fehlerquelle erschien daher Bessel dringend nöthig.

Zu dieser Untersuchung wandte er einen ebenfalls von Baumann construirten Apparat an. Die beiden Fühlhebel der früher beschriebenen Einrichtung wurden durch ein achromatisches Mikroskop und die beiden Endflächen der Prismen durch zwei auf Silber gezogene Striche vertreten, welche man in jede beliebige Entfernung von einander bringen kann. — Die beiden Striche wurden in eine Entfernung  $J$  von einander gebracht und die zu untersuchende Schraube der Objectivhälfte II auf einen willkürlichen Anfangspunkt  $m$  gestellt. Dann wurde die Schraube der Objectivhälfte I benutzt, um das Mikroskop auf den einen der beiden Striche zu bringen und die Schraube von II gebraucht, um den anderen Strich unter das Mikroskop zu führen. Ist hierauf die Schlussangabe der letzteren  $m'$ , so ist

$$m' + fm' - m - fm = J,$$

wo  $fm$  und  $fm'$  die Ausgleichungen der Schraube am Anfangs- und Endpunkt bedeuten.

Bessel machte nach und nach die Entfernung  $J$  nahe gleich  $10''$ ,  $20''$ ,  $30''$ ,  $40''$ ,  $50''$  und  $60''$  und nahm für die  $m$ ,  $m_1$ ,  $m_2$  . . . alle die Zehner der Schraubenwindungen, auf welche der Anfang der Messungen verlegt werden konnte, ohne dass

ihr Ende über das Ende der Schraube ( $120''$ ) hinausging. Um die Messungen ganz von den periodischen Fehlern unabhängig zu machen, liess Bessel sie nicht von einem Anfangspunkte  $m$ , sondern von  $m - 0''4$ ,  $m - 0''2$ ,  $m$ ,  $m + 0''2$ ,  $m + 0''4$  anfangen und nahm aus den fünf Wiederholungen das Mittel.

Als Werthe der Fehler der Schraube an den Stellen  $0''$ ,  $10''$ ,  $20''$ , . . . erhielt Bessel folgende Grössen:

| Windungen<br>der<br>Schraube | Correction             | Windungen<br>der<br>Schraube | Correction              |
|------------------------------|------------------------|------------------------------|-------------------------|
| 0                            | $\overset{r}{0.00000}$ | 60                           | $-\overset{r}{0.01070}$ |
| 10                           | $-0.00163$             | 70                           | $-0.00925$              |
| 20                           | $-0.00444$             | 80                           | $-0.00694$              |
| 30                           | $-0.00682$             | 90                           | $-0.00349$              |
| 40                           | $-0.00874$             | 100                          | $+0.00023$              |
| 50                           | $-0.00981$             | 110                          | $+0.00194$              |
| 60                           | $-0.01070$             | 120                          | $0.00000$               |

Bessel's Beobachtungsmethode, sowie seine Theorie der Schraubenausgleichung sind für die meisten Schraubenuntersuchungen typisch geworden. Eine Ausnahme hiervon bilden die Untersuchungen von C. A. F. Peters<sup>1)</sup>, dem ersten, welcher nach Bessel eine eingehende Schraubenuntersuchung ausgeführt hat. Peters bestimmte die Fehler der Schraube von vier Mikroskopen des Ertel'schen Verticalkreises der Sternwarte zu Pulkowa auf eine directere Weise als Bessel, die aber vielleicht weniger sicher genannt werden darf.

Die genannten Mikroskope haben zwei Fäden, welche parallel zu den Theilstrichen stehen; die Distanz der Fäden beträgt ungefähr  $14''$ . Peters benutzte diese Fädendistanz selbst, um die periodischen Ungleichheiten der Schraube zu bestimmen. Da die Fäden dünner als die Theilstriche waren, so konnte die Bisection eines Strichs durch einen Faden gut beobachtet werden. Die Entfernung der Theilstriche von einander beträgt  $120''$ ; ein Trommeltheil ist nahe gleich  $1''$ .

Vom Nullpunkt des Mikroskops ausgehend mass nun Peters durch alternirende Bewegungen der Fäden und des Kreises die Distanz der Fäden auf verschiedenen Bogen der Schraubentrommel, vom Nullpunkt der Schraube an bis zu  $+120''$ . Jedes Zehntel der Trommel wurde nach und nach zum Anfangspunkte der Messung gemacht; hierauf wurde dasselbe Intervall in gleicher Weise in umgekehrter Richtung gemessen. Später untersuchte Peters ebenso das auf der anderen Seite des Mikroskop-Nullpunktes liegende Intervall von  $0$  bis  $-120''$ . Solcher Messungsreihen wurden acht ausgeführt. Von den erhaltenen Werthen wurden für die entsprechenden Zehntel Mittelwerthe gebildet, aus diesen wieder das Gesamtmittel genommen, und die Abweichungen der einzelnen Mittel vom Gesamtmittel als schliessliche Correction angesehen. Für die vier Mikroskope wurden folgende Correctionen erhalten, deren wahrscheinliche Fehler Peters zu  $\pm 0'',024$  berechnet. (S. Tabelle S. 155.)

Von einer Ermittlung der fortschreitenden Fehler der Schraube nahm Peters wohl

<sup>1)</sup> Recueil de Mémoires des Astronomes de l'Observatoire centrale de Russie. St. Petersburg. 1853. Vol. I. p. 71.

| Stellung<br>der<br>Schraube | Mikr. I | Mikr. II | Mikr. III | Mikr. IV |
|-----------------------------|---------|----------|-----------|----------|
| "                           | "       | "        | "         | "        |
| 0                           | 0.00    | 0.00     | 0.00      | 0.00     |
| 10                          | - 0.22  | - 0.08   | + 0.03    | + 0.07   |
| 20                          | - 0.20  | - 0.13   | + 0.07    | + 0.04   |
| 30                          | - 0.17  | - 0.04   | - 0.05    | - 0.09   |
| 40                          | + 0.01  | + 0.09   | - 0.19    | - 0.22   |
| 50                          | + 0.13  | + 0.12   | - 0.24    | - 0.27   |
| 60                          | + 0.04  | + 0.07   | - 0.20    | - 0.14   |
| 70                          | - 0.11  | - 0.10   | - 0.10    | - 0.12   |
| 80                          | - 0.18  | - 0.19   | 0.00      | - 0.25   |
| 90                          | - 0.15  | - 0.16   | + 0.09    | - 0.35   |
| 100                         | - 0.03  | - 0.04   | + 0.11    | - 0.34   |
| 110                         | + 0.11  | - 0.01   | - 0.07    | - 0.27   |
| 120                         | 0.00    | 0.00     | 0.00      | 0.00     |

desshalb Abstand, weil dieselben bei Ablesungs-Mikroskopen weniger in Betracht kommen.

Enger an Bessel schliesst sich Pape<sup>1)</sup> in seiner „Untersuchung der Mikroskop-Mikrometer des Altonaer Meridiankreises“ an, doch hat er die Besselsche Methode in etwas modificirter Weise angewandt.

Der Reichenbach'sche Meridiankreis der Altonaer Sternwarte erhielt im Jahre 1856 von den Gebr. Repsold eine solche Einrichtung, dass die von Hansen vorgeschlagene Methode der Ablesungen durch Mikroskope mit Hilfsbögen angewandt werden konnte. Es wurde ein System von vier Mikroskopen so angebracht, dass im Felde jedes derselben gleichzeitig die Theilung des Kreises und eines der Hilfsbögen sichtbar ist; beide Theilungen sind durch eine schmale Spalte von einander getrennt, welche die Mitte des Gesichtsfeldes durchschneidet. Die auf der Alhidade befindlichen Kreisbögen sind mit dem einen Pfeiler fest verbunden, so dass die Theilung des Kreises gegen die Hilfsbögen beliebig verstellt, aber auch durch Klemmschrauben in einer bestimmten Lage festgehalten werden kann. Gegen beide Theilungen lässt sich nun das Mikroskopsystem verschieben, indem es vermittels einer Schraube um die Axe des Kreises gedreht und auf einen beliebigen Punkt des Hilfsbogens eingestellt wird. Die Trommeln der Mikroskopschrauben sind in 90 Theile getheilt; zwei Revolutionen der Schraube entsprechen dem Abstände zweier Theilstriche des Kreises oder 180', so dass ein Trommeltheil genau oder sehr nahe gleich 1' ist; die Beobachtungen sind durch ihre Anordnung von einer Veränderung dieses Werthes unabhängig.

Zur Untersuchung der fortschreitenden Ungleichheit der Schrauben machte Pape den Abstand zwischen einem Theilstrich des Kreises und einem Strich auf den Hilfsbogen gleich 90" d. i. gleich einer vollen Revolution. Mit diesem Intervall wurden sechs Windungen der Schraube verglichen, drei auf jeder Seite des Mikroskop-Nullpunktes. Das Mikroskopsystem wurde zuerst so gestellt, dass bei der Einstellung der beiden Fäden des Mikroskopes auf den einen der beiden Striche die Ablesung der Trommel sehr nahe — 3° ergab; die Einstellung auf den zweiten Strich war

<sup>1)</sup> Astronom. Nachr. Band 50. p. 343 ff.

dann sehr nahe  $- 2^{\circ}$ . Sodann wurde das Mikroskopsystem successive um  $1^{\circ}$  verschoben, bis die Einstellung auf den ersten Strich  $+ 2^{\circ}$  und die auf den zweiten Strich  $+ 3^{\circ}$  ergab; hierauf wurde die ganze Reihe in umgekehrter Ordnung gemessen. Die Messungen wurden sechsmal wiederholt; der schliessliche Werth einer Revolution beruht auf 24 Einstellungen eines jeden der beiden Striche.

Bei der Bestimmung der periodischen Ungleichheiten benutzte Pape die Intervalle  $15''$ ,  $30''$  und  $45''$ . Jede der sechs Revolutionen von  $- 3^{\circ}$  bis  $+ 3^{\circ}$  wurde mit diesen Intervallen verglichen. Als Anfangspunkte der Messungen dienten

bei dem Intervall von  $15''$  die Trommeltheile: 0, 15, 30, 45 . . . .  
 „ „ „ „  $30''$  „ „ 0, 30, 60,  
 „ „ „ „  $45''$  „ „ 0, 45.

Aus den Messungen aller sechs Revolutionen, die ein sehr nahe gleiches Verhalten zeigten, wurden Mittelwerthe gebildet. Die Messungsreihen für die drei Intervalle wurden dann so combinirt, dass sich aus ihnen die wahrscheinlichsten Werthe der Intervalle von  $15''$  zu  $15''$  ergaben.

Bei der Reduction der Messungen der Schrauben I und IV fand sich ein ganz gleiches Verhalten beider Schrauben, indem beide eine starke und in gleichem Sinne fortschreitende Ungleichheit zeigten. Eine genaue Untersuchung führte zu dem Resultat, dass eine Unvollkommenheit in der Lage der Kreise die Schuld trug. Pape spricht sich hierüber wie folgt aus:

„Die Ebene des Kreises fällt nicht genau mit der Ebene der Hülfsbogen zusammen, sondern liegt den Mikroskopen etwas näher. Diese Unvollkommenheit hat „keinen Einfluss, wenn der eingestellte Strich des Kreises genau die Mitte des Gesichtsfeldes, den Nullpunkt, durchschneidet, indem sein Abstand von einem benachbarten Strich des Gesichtsfeldes dann richtig gemessen wird. Sobald man aber „das Mikroskop gegen beide Striche verschiebt, so dass der Theilstrich rechts oder „links vom Nullpunkt erscheint, wird die Projection desselben auf die Ebene des „Hülfsbogens durch parallaktische Verschiebung eine etwas fehlerhafte Lage erhalten. „Diese Verschiebung ist direct abhängig von der Erhebung der Ebene des Kreises „über die Ebene ihres Hülfsbogens. Sie bewirkt, dass man das eine Intervall auf „der einen, z. B. rechten Seite des Nullpunkts grösser, auf der anderen kleiner findet, „während man nur dann den richtigen Werth erhält, wenn der Strich auf dem Kreise „genau durch den Nullpunkt geht. Vertauscht man durch Verschiebung des Kreises „die Stellung der Striche zu einander, so erhält man das umgekehrte Resultat, so „dass das Mittel der Messungen den richtigen Werth, die Differenz beider den Werth „der parallaktischen Verschiebung ergibt.“

Die Messungen zur Ermittlung der Ungleichheiten der Schrauben II und III sind durch Vertauschung der Theilstriche von dem Einflusse dieser parallaktischen Verschiebung befreit; bei den Schrauben I und IV wurde der Betrag der letzteren in Rechnung gebracht.

Für Schraube III fand Pape aus den Beobachtungen für die Bestimmung der fortschreitenden Ungleichheiten folgende Werthe (s. oben S. 157):

Unter  $A$  und  $B$  sind die in den beiden verschiedenen Stellungen der Theilstriche zu einander gemachten Beobachtungen zu verstehen;  $\frac{A+B}{2}$  ist der von dem Fehler der parallaktischen Verschiebung befreite Werth. Der wahrscheinliche Fehler

| Anfangspunkt        | A.     | B.     | $\frac{A+B}{2}$ | Abweichung vom Mittel |
|---------------------|--------|--------|-----------------|-----------------------|
| $-\overset{n}{3.0}$ | 90.980 | 88.772 | 89.876          | $-\overset{n}{0.124}$ |
| $-\overset{n}{2.0}$ | 90.680 | 89.468 | 90.074          | $+\overset{n}{0.074}$ |
| $-\overset{n}{1.0}$ | 89.986 | 90.050 | 90.017          | $+\overset{n}{0.017}$ |
| $0.0$               | 89.800 | 90.212 | 90.006          | $+\overset{n}{0.006}$ |
| $+\overset{n}{1.0}$ | 89.532 | 90.810 | 90.171          | $+\overset{n}{0.171}$ |
| $+\overset{n}{2.0}$ | 89.022 | 90.694 | 89.858          | $-\overset{n}{0.142}$ |

eines jeden Werthes von  $\frac{A+B}{2}$  ist  $\pm 0''.063$ ; die Abweichungen vom Mittel sind nicht viel grösser, als die Grösse des wahrscheinlichen Fehlers es erwarten liess und Pape betrachtete aus diesem Grunde die Schraube als fehlerfrei in Bezug auf fortschreitende Ungleichheit.

Aus den zur Ermittlung der periodischen Fehler angestellten Beobachtungen wurden folgende Correctionsformeln abgeleitet:

Für Mikroskop I:  $z = -0.001789 + 0.000904 \cos z - 0.001860 \sin z + 0.000885 \cos 2z + 0.000373 \sin 2z$   
 „ „ II  $+0.001375 - 0.001383 \cos z - 0.001293 \sin z + 0.000008 \cos 2z + 0.000344 \sin 2z$   
 „ „ III  $-0.000398 + 0.000051 \cos z + 0.001263 \sin z + 0.000347 \cos 2z - 0.000450 \sin 2z$   
 „ „ IV  $-0.004365 + 0.005017 \cos z - 0.000420 \sin z - 0.000652 \cos 2z - 0.000164 \sin 2z$

Die vier Formeln weichen unter einander mehr ab, als man aus dem Umstande, dass die Schrauben zu gleicher Zeit und von demselben Mechaniker angefertigt sind, schliessen sollte. Die Verschiedenheiten haben auch vielleicht ihre Ursache nicht in den Fehlern der Schrauben selbst, sondern möglicher Weise in der Lagerung derselben. Bei der Anwendung der Correctionsformeln auf die einzelnen Beobachtungen ergab nur die Formel I durchaus befriedigende Resultate; für II und III wurde dies erst erreicht, als noch ein weiteres Glied, welches vom Cosinus des dreifachen Winkels abhängig ist, hinzugenommen wurde; bei Schraube IV gelang es Pape nicht, die Beobachtungen scharf durch eine Formel darzustellen und es erschien ihm zweckmässiger, aus den beobachteten Werthen durch Interpolation die Correctionen zu ermitteln.

Die folgende Tabelle wird eine Vorstellung von dem Gange der Fehler geben; die Werthe beziehen sich auf Schraube III und zwar auf das Intervall von  $15''$ .

| Anfangspunkt        | Entfernung             | Abweichung vom Mittel   |
|---------------------|------------------------|-------------------------|
| $\overset{n}{0.00}$ | $\overset{n}{0.15551}$ | $-\overset{n}{0.00098}$ |
| $\overset{n}{0.15}$ | $\overset{n}{15584}$   | $-\overset{n}{0.00065}$ |
| $\overset{n}{0.30}$ | $\overset{n}{15708}$   | $+\overset{n}{0.00059}$ |
| $\overset{n}{0.45}$ | $\overset{n}{15915}$   | $+\overset{n}{0.00266}$ |
| $\overset{n}{0.60}$ | $\overset{n}{15545}$   | $-\overset{n}{0.00104}$ |
| $\overset{n}{0.75}$ | $\overset{n}{15593}$   | $-\overset{n}{0.00056}$ |

Die Beobachtungen sind bei einer Temperatur von  $+10^\circ$  bis  $+15^\circ$  angestellt worden. Pape betont die Nothwendigkeit, dieselben Beobachtungen bei niedrigen Temperaturen zu wiederholen; dies scheint indessen nicht zur Ausführung gekommen zu sein.

(Fortsetzung folgt.)

## Ein neuer Transversalcomparator.

Von

Mechaniker **B. Pensky** in Berlin.

Von dem Instituto Topografico Militare in Florenz war der Auftrag an mich ergangen, einen transportablen Comparator zu construiren, welcher die Bestimmung der Theilungsfehler von Nivellirlatten durch Vergleichung mit einem Normalmeter auszuführen erlaubte. Für den verhältnissmässig geringen Grad von Genauigkeit, welchen diese Aufgabe erfordert, würde der Comparator einfachster Construction, bestehend in einem Objectträger (Tisch) mit einer darauf befestigten prismatischen Schiene, auf welcher ein Schlitten mit zwei Mikroskopen in der Längsrichtung der Maassstäbe verschiebbar ist, ausgereicht haben. Indess ist ein solcher Comparator unhandlich und auch nicht mit zweifellosem Erfolge auf feinere Messungen anwendbar, da die Genauigkeit der Ergebnisse von den Fehlern der Prismenführung in um so höheren Maasse schädlich beeinflusst wird, je grösser die Differenz der Abstände der Mikroskope von der Schiene ist. Ich habe daher die Einrichtung durch Hinzufügung eines zweiten Tisches und einer Anordnung, mittels welcher die Mikroskope rechtwinklig zur Längsrichtung der Tische von einem Stabe zum anderen übergeführt werden, in der Absicht vervollständigt, dadurch einen für alle vorkommenden Strichmaassvergleichungen bis zu Intervallen von 1 m geeigneten Comparator herzustellen, welcher von systematischen Fehlern möglichst frei ist. Der Apparat ist hiernach den Transversalcomparatoren zuzuzählen; er unterscheidet sich jedoch von den üblichen Ausführungen dieser Gattung in einem sehr wesentlichen Punkte, wie aus der nachstehenden Beschreibung deutlich werden wird.

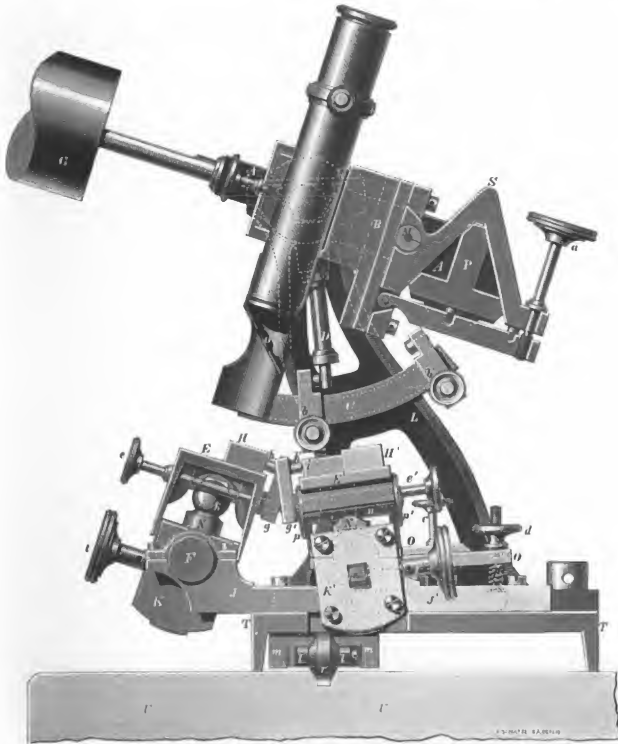
Die Ueberführung der Mikroskope von einem Maassstab zum anderen geschieht hier nicht durch geradlinig-parallele Fortführung der sie tragenden Theile, sondern durch Drehung der Mikroskope um eine Axe, welche rechtwinklig zur Mikroskopaxe steht und dieselbe schneidet.

Dieses Constructions-Princip ist für Vertical-Comparatoren bereits lange angewendet, jedoch nur für bestimmte, wenig differente Längen, wie z. B. bei dem Pendel-Apparat von Repsold. Seine Anwendung auf horizontale Comparatoren, welche auch zur Bestimmung von Theilungsfehlern dienen sollen, ist u. A. in einem Messapparat von Repsold für die Photographien des Venusdurchganges durchgeführt, und, wie es scheint, unabhängig davon auch von C. Reichel vorgeschlagen worden. Sie setzt die Anordnung der zu untersuchenden Theilflächen in Tangentialebenen eines Cylinders voraus, dessen Axe mit der Drehungsaxe der Mikroskope zusammenfällt und dessen Radius von der Stellung und Objectivdistanz des Mikroskopes abhängig ist.

Die beigegebene Figur stellt einen Schnitt durch den Apparat dar, durch welchen der vordere Lagerfuss abgetrennt ist. Ausserdem ist das Prisma mit dem einen Mikroskopträger und der linke Objecttisch, beide in der Mitte, durchschnitten.

Das Prisma  $P$  ist an seinen beiden Enden mit Armen  $A$  versehen, welche an den parallel gedrehten Stirnflächen des Prismas durch Schrauben befestigt sind. In den einen dieser Arme ist ein Stahlcylinder, in den anderen dagegen ein Conus eingesprengt, welcher eine gehärtete Stahlkugel trägt. Die Axe des Cylinders und der in ihrer Verlängerung liegende Mittelpunkt der Kugel bilden die Drehungsaxe für dieses drehbare System, welches nebst den zugehörigen Theilen durch zwei mit

den Armen *A* verbundene Gegengewichte *G* balancirt wird. Die Kugel ist in einem Trichter gelagert, welcher sich in dem einen (auf der Figur nicht sichtbaren) der beiden Lagerböcke befindet, während der zweite Lagerbock *L* mittels eines Y-förmigen Lagers den Cylinder unterstützt, ohne das drehbare System an der freien Ausdehnung zu verhindern. An diesem zweiten Lagerbocke ist ein starkes Ringstück von schwal-



benschwanzförmigen Querschnitt concentrisch mit dem Cylinder angeschraubt, auf welchem sich zwei Anschläge *b, b'* verstellen lassen, welche die Grösse der Winkelbewegung eines im Arme *A* befestigten Daumens *D* und so auch diejenige der Mikroskopaxen begrenzen. Die Lagerböcke sind auf einem gehobelten Tische *T* be-

festigt. Auf dem Prisma  $P$  lassen sich Schlitten  $S$  verschieben und an beliebigen Stellen mittels der Schraube  $a$  festklemmen. An den Schlitten  $S$  ist eine horizontale Führung angearbeitet, auf welcher sich ein Schieber mit dem Mikroskophalter  $B$  parallel zu dem Prisma  $P$  mittels einer Mikrometerschraube  $M$  bewegen lässt.

Die zu vergleichenden Maasskörper  $H, H'$  liegen auf den Tischen  $E, E'$ ; die letzteren können um eine unter ihnen liegende Axe gedreht und ihre Enden ausserdem gehoben und gesenkt werden. Zu dem Ende ist je eine dem Tische parallel laufende Stange  $F$  in den Metallagern  $J, J'$ , welche auf der Tischplatte  $T$  befestigt sind, gelagert. Die Enden der  $F$  sind mit aufgesetzten Metallklötzen  $K, K'$  versehen, in welche rechtwinklig zu  $F$  Führungen eingearbeitet sind. In diesen Führungen lassen sich mittels Zahnstange und Trieb ( $t$ ) die Cylinder  $N, N'$  verschieben; die letzteren sind für das eine Ende der Tische  $E$  mit Kugelendigungen  $k$ , für das andere mit aufgesetzten, dazu rechtwinkligen Cylindern  $n$  versehen, und es ruhen die Tische demnach mittels einer zu ihrer Längsrichtung parallelen Nuth auf  $k$ , mittels einer dazu rechtwinkligen Nuth auf  $n$  zwanglos auf. Um seitliche Bewegungen des Tisches gegen  $n$  zu verhindern, sind gegen die Stirnflächen von  $n$  Plättchen  $p, p'$  geschraubt, zwischen denen der Tisch gehalten wird.

Die Neigung der Tische gegen die Horizontale, welche die Theilflächen der Maasskörper in eine zur Lage der Mikroskopaxe rechtwinklige Stellung bringt, wird im Groben aus freier Hand bewirkt; die feinere Einstellung geschieht nach erfolgter Klemmung des Armes  $O$  auf der Axe  $F$  mittels der Schraube  $C$ , durch Drehung der Mutter  $d$ , welcher die Spiralfeder  $f$  entgegenwirkt. Die Maasskörper werden seitlich gehalten und unter den Mikroskopen richtig eingestellt vermöge der in den Kloben  $g, g'$  sitzenden Stifte  $h, h'$ , eventuell unter Zuhilfenahme von Zwischenlagern  $i$ . Die Kloben  $g, g'$ , welche sich mittels flacher Federn gegen die Seitenflächen der Tische spannen, können mit Hülfe der durch diese Seitenflächen nach aussen hindurchgehenden Schrauben  $e, e'$  verstellt werden. Zur Herbeiführung der Coincidenz der Nullstriche beider Maassstäbe dient eine (in der Zeichnung fortgelassene) Schraube, welche sich in einem gegen das Kopfende des Tisches geschraubten Metallstücke befindet. Es können somit alle der Messung vorhergehenden Ortsveränderungen des Maassstabes mit Feinbewegung ausgeführt werden.

Für die Vergleichung der Messlatten wird der Tisch  $E$  mit dem Lager  $J$  entfernt und der Comparator auf einen der Länge der Latte entsprechenden Holztisch  $U$  gesetzt. In diesem befindet sich eine Nuth, in welcher zwei nahe den Enden der Grundplatte  $T$  befindliche Rollen  $r$  hineinpassen; die letzteren sind in einem horizontalen Arm  $l$  gelagert, welcher sich in dem Rahmstück  $m$  drehen lässt. Durch je eine die Platte  $T$  durchsetzende Schraube (in der Zeichnung fortgelassen) können die Rollen hinuntergedrückt, der Comparator dadurch angehoben und nun mit Leichtigkeit verschoben werden. Parallel der Nuth wird an Stelle des Tisches  $E$  eine hölzerne Unterlage (zur Aufnahme der Messlatte) auf dem Holztische  $U$  befestigt, wonach die Latte in der angegebenen Weise von Meter zu Meter mit dem auf  $E$  befindlichen Normalstabe verglichen werden kann.

Der Vorthheil der ganzen Construction liegt besonders darin, dass die Messung ganz unabhängig wird von der Geradföhrung des Prisma  $P$ . Die Art der Lagerung der das eine Ende der Drehungsaxe bildenden Kugel schliesst jede Verrückung des drehbaren Systems in der Richtung der Maasskörper während der Drehung aus.



Ausserdem hat diese Gestaltung der Drehungsaxe auch noch den Vorzug, dass das drehbare System in einem geeigneten Gestell, welches unten einen festen Trichter, oben ein Halslager tragen müsste, ohne Weiteres als Vertical-Comparator verwendet werden kann. In diesem Falle würden beide Gegengewichte  $G$  an dem unteren Arme  $A$  anzubringen sein, da dieser allein von dem ganzen System belastet etwird.

Die Beleuchtung der Theilflächen erfolgt von diffus reflectirenden schräg gestellten Blenden  $o$  aus, die mit den Mikroskopen verbunden sind, mithin in jeder Neigungslage der Mikroskope in gleicher Weise.

## Ueber die neuen nach metrischem Maasse bezeichneten Brillengläser.

Von

Prof. Dr. **Nagel** in Tübingen.

Es dürfte vielleicht manchem Leser dieser Zeitschrift erwünscht sein, von einer Aenderung in der Reihenfolge und Nummerirung der Brillengläser Kenntniss zu nehmen, welche von den Augenärzten vor einigen Jahren vorgenommen worden ist. Die folgenden Zeilen sollen in kurzer Darstellung enthalten, was für Nichtärzte von Interesse sein kann<sup>1)</sup>.

Das Bedürfniss einer Aenderung an der bisherigen Brillengläserreihe ergab sich daraus, dass einerseits die Verwendung verschiedener Glassorten zum Schleifen der Brillengläser, andererseits die Ungleichheit der in den verschiedenen Ländern üblichen Zollmaasse grosse Ungenauigkeit und Unsicherheit in der Stärke der Gläser mit sich führte. Beim Gebrauch starker Gläser konnten daraus Unbequemlichkeiten und sogar Nachtheile für den Brillenträger erwachsen. Namentlich seit mit der Benutzung cylindrisch geschliffener Gläser zur Correction des regelmässigen Astigmatismus der Augen grössere Ansprüche an Exactheit gemacht wurden, und seitdem andererseits in den meisten Staaten das Fuss- und Zollmaass durch das metrische Maass ersetzt war, musste auf eine bessere Regulirung Bedacht genommen werden. Für die Aerzte war die Frage um so wichtiger, als sie in ganz analoger Weise, wie die Maasse für die Brillengläser auch die Grade der durch dieselben zu corrigirenden optischen Fehler des Auges ausdrücken, wobei doch gewiss Genauigkeit erforderlich ist.

Zu öffentlicher Besprechung gelangte der Gegenstand zuerst in einem internationalen ophthalmologischen Congresse, welcher im Jahre 1867 in Paris abgehalten wurde. Es wurde eine Commission aus Mitgliedern verschiedener Nationen mit der Prüfung der Frage beauftragt. Obleich die Thätigkeit dieser Commission durch den bald darauf eintretenden Krieg unterbrochen wurde, ist es schliesslich doch zu einer Einigung, zunächst in augenärztlichen Kreisen, gekommen.

Sehr leicht einigte man sich darüber, dass die Ersetzung des Zollmaasses durch das Metermaass geboten sei. Damit allein war es jedoch nicht gethan. Es war seither Gebrauch die Brillengläser nicht nach ihren Brennweiten zu benennen, sondern nach dem Krümmungsradius der auf beiden Seiten mit gleich grosser Krümmung

<sup>1)</sup> Ausführlicheres findet man in meiner Bearbeitung der Refractionsanomalien des Auges in Graefe und Saemisch's Handbuch der gesammten Augenheilkunde. Band VI. pag. 306.

der Oberflächen geschliffenen Gläser. Da in diesem Falle bekanntlich, wenn  $f$  die Brennweite,  $r$  den erwähnten Krümmungsradius,  $n$  den Brechungsexponenten des Glases bezeichnet, die Beziehung  $f = \frac{r}{2(n-1)}$  besteht, wird  $f = r$ , d. h. die Brennweite gleich dem Krümmungsradius, wenn  $n = 1.5$  ist. Die Brennweite des Glases würde also durch den Krümmungsradius richtig angegeben werden, wenn der Brechungsexponent des verwendeten Glases immer 1.5 wäre. Dies ist aber kaum je der Fall, in der Regel ist er grösser; in deutschen Fabriken beträgt er im Durchschnitt 1.528, in französischen, wie es scheint, noch etwas mehr (1.533); aber auch in derselben Fabrik kommen merkliche Differenzen vor. Für schwache Gläser ist die hiedurch bedingte Differenz ohne Belang, für starke aber, wie sie z. B. zu Staarbrillen und bei hochgradiger Kurzsichtigkeit verwendet werden, fällt sie ins Gewicht. Dazu kommt dass für die viel gebrauchten periskopischen Gläser, wo die Krümmungsradien beider Oberflächen verschieden sind, die Regel ohnehin keine Anwendung finden kann. Will man daher nicht, dass Gläser von gleicher Nummer nach den verschiedenen Brechungsexponenten von ungleicher Stärke sind und von anderer Stärke als der geforderten, so muss man es aufgeben, die Gläser nach dem Krümmungsradius zu benennen und es dem Fabrikanten überlassen nach dem Brechungsexponenten des verwendeten Glases den Krümmungsradius der Schleifschale so zu wählen, dass das Glas die geforderte Brennweite erhält.

Ein weiterer Umstand ist in Betracht zu ziehen. Die alten Benennungen der Brillen nach Zollmaass waren deshalb ziemlich bequem, weil die im Gebrauche befindlichen Brillengläser Nummern trugen, welche sich dem Gedächtniss leicht einprägten, die Zahlenreihe von 2 bis 60, in der allerdings unter den schwächsten Nummern von 60 bis 20 viele fehlten, während unter den stärksten Halbe und Viertel eingeschaltet sind. Wenn man nun die Zollwerthe durch Centimeterwerthe ersetzt, so bekommt man eine Reihe grosser Zahlen mit unregelmässigen Sprüngen, die für den täglichen Gebrauch sehr unbequem ist. Hier aber bietet sich ein einfacher Ausweg.

Es war schon beim Gebrauch des Zollmaasses unter den Ophthalmologen üblich, die Brillengläser nach ihrem Brechwerthe, also mittels der reciproken Werthe der Brennweiten zu bezeichnen. So bezeichnete man z. B. das Concavglas von 12 Zoll negativer Brennweite mit  $-\frac{1}{12}$  und ebenso den Grad der Kurzsichtigkeit, welcher durch dieses Glas corrigirt wurde, als Myopie  $\frac{1}{12}$ . Sehr natürlich, denn der reciproke Werth der Brennweite drückt die dioptrische Kraft des Glases direct aus; die Stärke der Gläser wächst proportional den inversen Werthen der Brennweiten. Für das grössere brillentragende Publikum freilich war die Bezeichnung nach Brechwerthen nicht bequem in Form von Brüchen, für welche als Einheit eine Linse von 1 Zoll Brennweite gelten konnte. Viel günstiger verhält es sich mit den reciproken Werthen der nach metrischem Maasse gemessenen Brennweiten. Wenn man diese in Anwendung zieht, lässt sich leicht eine allen Anforderungen genügende Gläserreihe herstellen, deren Nummern die einfache Zahlenreihe von 1 bis 20 mit einigen Zwischenstufen bilden. Die Nr. 1, die Einheit für die Reihe, ist eine Linse von 1 Meter Brennweite. Diese dioptrische Einheit ist Meterlinse genannt worden; ein französischer Augenarzt hat dafür den Ausdruck Dioptrie vorgeschlagen und bei der Vorliebe der Deutschen für fremdländische Ausdrücke hat dieser Vorschlag

auch in Deutschland Anklang gefunden. Mir scheint der erstere Ausdruck der bezeichnendere und zweckmässiger; ausserdem hat er die Priorität für sich.

Die Nummern schreiten mit der Stärke der Gläser fort. Da man von den schwächeren Gläsern zahlreicherer Abstufungen als von den stärkeren bedarf, so sind von Nr. 1 bis etwa Nr. 6 oder wenn man eine recht vollständige Gläserreihe haben will, bis zu Nr. 11, halbe Nummern, und für die allerschwächsten Nummern, etwa bis Nr. 3, Viertelnummern hinzuzufügen. Die sämmtlichen für den Gebrauch erforderlichen Brillengläser sind in der folgenden Reihe enthalten, in welcher die Zahlen zur Linken die metrischen Nummern, die Zahlen zur Rechten die nächstliegenden, im Werthe nur sehr wenig sich unterscheidenden alten Nummern nach altem rheinländischem Zollmaass bedeuten, letztere unter Berücksichtigung des oben bezeichneten Umstandes, dass die frühere Bezeichnung sich auf den Krümmungsradius bezieht.

| Metrische Nummer | Nächstliegende Nummer<br>preussischen Zollmaasses | Metrische Nummer | Nächstliegende Nummer<br>preussischen Zollmaasses |
|------------------|---------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------|
| 0.5              | 80                                                | 7                | 5 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>                     |
| 0.75             | 50                                                | 7.5              | 5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>                     |
| 1                | 40                                                | 8                | 5                                                 |
| 1.25             | 33                                                | 8.5              | 4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>                     |
| 1.5              | 27                                                | 9                | 4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>                     |
| 1.75             | 22                                                | 9.5              | 4 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>                     |
| 2                | 20                                                | 10               | 4                                                 |
| 2.25             | 18                                                | 10.5             | 3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>                     |
| 2.5              | 16                                                | 11               | 3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>                     |
| 2.75             | 15                                                | 12               | 3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>                     |
| 3                | 13                                                | 13               | 3                                                 |
| 3.25             | 12                                                | 14               | 2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>                     |
| 3.5              | 11                                                | 15               |                                                   |
| 4                | 10                                                | 16               | 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>                     |
| 4.5              | 9                                                 | 17               |                                                   |
| 5                | 8                                                 | 18               | 2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>                     |
| 5.5              | 7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>                     | 19               |                                                   |
| 6                | 6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>                     | 20               | 2                                                 |
| 6.5              | 6                                                 |                  |                                                   |

Die Stärke dieser Gläser, ihre dioptrische Kraft ist also durch die Nummern in Meterlinsen ausgedrückt. Ihre Brennweiten sind die reciproken Werthe der Nummern in Metern, z. B. die Brennweite von + 5 ist  $\frac{1}{5}$  Meter = 20 Cm., die negative Brennweite von - 10 ist =  $\frac{1}{10}$  Meter = 10 Cm., von - 3.5 ist  $\frac{1}{3.5}$  oder  $\frac{2}{7}$  Meter = 28.5 Cm.

Die Verwandlung der alten Nummern in neue und umgekehrt ist sehr einfach. Das Product der alten (*A*) und neuen (*N*) Nummer ist eine constante Zahl, deren Grösse von dem Zollmaasse und dem Brechungsexponenten des verwendeten Glases abhängt. Für das ehemalige rheinländische Maass und den Brechungsexponenten 1.528 wird jene Constante = 40.375. Dafür kann, da es sich um völlige Genauigkeit nicht handeln kann, 40 genommen werden und es kann die Berechnung nach  $AN = 40$  ausgeführt werden; die alte Nummer 8 ist beispielsweise der neuen 5 gleich, und ebenso die neue 8 der alten 5 gleich.

Die Vortheile der neuen Nummerirung resumiren sich also dahin: grössere Genauigkeit und Zuverlässigkeit in der Stärke der Gläser; Gleichheit der Bezeichnung in den verschiedenen Ländern und Fabriken, Uebereinstimmung des Maasses mit dem in der Wissenschaft allgemein benutzten und in vielen Ländern auch ins bürgerliche Leben eingeführten Maasse; die Nummern drücken den dioptrischen Werth des Glases aus, so dass der höheren Nummer in proportionaler Weise die grössere Stärke des Glases entspricht; die Brennweite jedes Glases lässt sich ohne Rechnung in anschaulicher Weise angeben; die Anzahl der fabrikmässig herzustellenden, von den Verkäufern vorrätig zu haltenden Gläser wird vermindert, ein vollständiges Assortissement ist billiger als früher. Für den Augenarzt kommen noch weitere Vortheile dazu: exactere Bezeichnungen für die Grade der optischen Fehler, Gleichartigkeit derselben in den wissenschaftlichen Arbeiten verschiedener Nationen, Vereinfachung vieler bei der Verordnung der Brillen vorkommender Rechnungen.

Diese Vortheile werden erst dann ganz zur Wirksamkeit gelangen, wenn die alte Nummerirung nach Krümmungshalbmesser und Zollen ganz beseitigt ist und nicht mehr zwei Bezeichnungsweisen neben einander hergehen. In den wissenschaftlich-äugenärztlichen Kreisen ist die neue Brillenserie bereits seit einigen Jahren fast allgemein angenommen, nicht bloss in Deutschland, sondern beinahe in allen Culturländern. Von zahlreichen Fabriken werden die metrischen Gläser hergestellt. Auch die augenärztlichen Zwecken dienenden Instrumente, Refractionsaugenspiegel etc. werden mit metrischen Gläsern versehen. Zu wünschen wäre nun, dass die neuen Gläser und Bezeichnungen baldmöglichst allgemein in der Fabrikation und dem Verkaufe der Brillen Eingang fänden.

## Kleinere Mittheilungen.

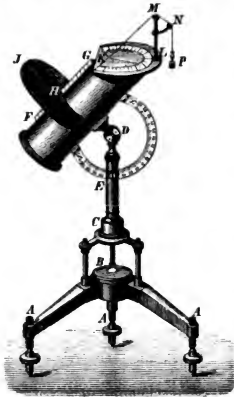
### Der Skiostat.

Im vorigen Hefte dieser Zeitschrift wurde der Chronodeik besprochen, ein Apparat, welcher die Bestimmung der Zeit auf eine Secunde genau zulässt. Aehnlichen Zwecken dient der Skiostat, erfunden von E. F. August. Erlaubt derselbe auch nicht eine solche Genauigkeit der Zeitbestimmung, wie der Chronodeik, so hat er gegen diesen doch den Vorzug erheblicher Einfachheit voraus. In seinen älteren Ausführungen ist der Apparat seit lange bekannt, neuerdings ist er jedoch von Prof. Dr. F. August wesentlich verbessert worden.

Der Skiostat besteht aus vier Haupttheilen, dem Stativ, dem Breitenkreise, dem Tageszeiger und dem Stundenzeiger. Das Stativ ruht auf drei Schraubenfüssen *A* (s. d. Figur) und ist bei *B* mit einer Dosenlibelle versehen, so dass eine ausreichend genaue Horizontirungsmöglich ist. Ueber *B* befindet sich bei *C* das Lager für die Axe *CD*, mit deren oberem Ende *D* die übrigen Theile des Apparates verbunden sind.

Der Breitenkreis, welcher durch eine Durchbohrung der Axe *CD* geführt ist, hat eine den Breitengraden entsprechende Theilung, links für die nördliche, rechts für die südliche Halbkugel. Der Kreis ist bei *D* um eine horizontale Axe drehbar; bei *E* befindet sich ein Diopter zur Einstellung der geographischen Breite; es genügt, letztere auf halbe oder viertel Grade genau zu kennen, wie man sie aus jeder besseren Karte entnehmen kann. Soll der Apparat dauernd an denselben Orte benützt werden, so bleibt diese Einstellung ungeändert und es empfiehlt sich, den Kreis durch die Schraube bei *D* festzuklemmen. Mit dem Breitenkreise sind der Tages- und Stundenzeiger fest verbunden.

Der Tageszeiger ist an dem dicken cylindrischen Theile des Apparates, welcher oben die Kante *FG* trägt, angebracht. Senkrecht auf dieser Kante steht die geschwärzte Aequator-scheibe *HI*, deren Mittelpunkt genau in die Kante *FG* fallen muss. Zu beiden Seiten der geschwärzten Scheibe befindet sich auf *FG* eine Theilung, welche den Graden der nördlichen oder südlichen Declination der Sonne, d. h. ihres scheinbaren Abstandes vom Himmelsaequator entspricht. Die Theilung schreitet auf beiden Seiten den ganzen Graden entsprechend von  $0^\circ$  bis zum Maximum der Declination vor; zum bequemeren Gebrauche sind bei den Theilstrichen nicht die Declinationsgrade, sondern die Daten der Tage bezeichnet, an welchen die Sonne die entsprechende Declination hat.



Der Stundenzeiger ist eine gewöhnliche Sonnenuhr. Er besteht aus einer ebenen, nahezu elliptischen Scheibe *KL*, welche die Stundeneintheilung enthält, und dem feinen Faden (Pferdehaar) *KMN* *P*, welcher bei *M* über eine feste, bei *N* über eine verstellbare Rolle gelegt ist und durch das Gewichtchen *P* gespannt wird. Die Stundenscheibe ist in Viertelstunden eingetheilt, doch schätzt man bei einiger Uebung die Zeit auf 1—2 Minuten genau.

Der Stundenzeiger ist eine gewöhnliche Sonnenuhr. Er besteht aus einer ebenen, nahezu elliptischen Scheibe *KL*, welche die Stundeneintheilung enthält, und dem feinen Faden (Pferdehaar) *KMN* *P*, welcher bei *M* über eine feste, bei *N* über eine verstellbare Rolle gelegt ist und durch das Gewichtchen *P* gespannt wird. Die Stundenscheibe ist in Viertelstunden eingetheilt, doch schätzt man bei einiger Uebung die Zeit auf 1—2 Minuten genau.

Die abgelesene Zeit ist die wahre Sonnenzeit des Beobachtungsortes. Um daraus die mittlere Sonnenzeit des Ortes zu erhalten, wie sie die mechanischen Uhren angeben, hat man die Tafeln zur Stellung der Uhr zu benutzen, wie sie in jedem Kalender enthalten sind, oder die entsprechenden Angaben eines astronomischen Jahrbuches.

Der Skiostat empfiehlt sich zur Bestimmung der Zeit besonders an solchen Orten, die entfernt von grösseren Städten und ohne telegraphischen Zeitdienst sind. Ferner lässt er sich vortheilhaft mit einem Heliostaten in Verbindung bringen, besonders bequem mit dem von E. F. August construirten, und erleichtert dessen Aufstellung ungemein. Auch als Compass ist er verwendbar. Endlich dürfte der Apparat zu Unterrichts- und Vorlesungszwecken sehr brauchbar sein, weil er die tägliche und jährliche scheinbare Bewegung der Sonne überaus einfach zur Anschauung bringt.

Der Skiostat wird von Ferdinand Ernecke in Berlin verfertigt.

## Bücherschau.

**Das Prismenkrenz in neuer Form und Anwendung.** Von Dr. Otto Decher. München 1880. Verlag von Th. Ackermann. M 0,80. 32 S.

Das Decher'sche Prismenkrenz ist eine Modification und Erweiterung der von Bauernfeind 1851 angegebenen Construction; es soll seine hauptsächlichste Anwendung auf Absteckung von Kreisbögen finden. — In der Einleitung giebt Verf. einen Rückblick auf die bisher hierfür angewandten Spiegelinstrumente und erwähnt die Ursachen, welche der Verbreitung der älteren (mit Planspiegeln versehenen) Spiegelinstrumente hinderlich waren. Die Mängel, welche diesen Instrumenten anhafteten, wurden durch die von Bauernfeind zuerst vorgeschlagene Ersetzung der ebenen Spiegel durch Glasprismen gehoben.

Verf. giebt zunächst eine kurze Entwicklung der Theorie des Bauernfeind'schen Prismenkreuzes: In zwei Prismen, die der Länge nach so übereinander angebracht sind, dass ihre Kathetenflächen parallel laufen, während die Ebenen der Hypotenusen einen rechten

Winkel bilden, decken sich die Bilder zweier mit dem Prismenkreuz in einer Geraden liegenden Punkte für ein vor den übereinander liegenden Kathetenflächen befindliches Auge.

Dieses Bauernfeind'sche Prismenkreuz modificirt Verf. nun dahin, dass sich deckende Bilder auch dann erzielt werden, wenn der Apparat mit den beiden Punkten nicht in einer Geraden liegt. Die Kathetenflächen können dann nicht mehr parallel zu einander liegen, sondern sind um einen gewissen Winkel gegen einander verdreht. Es besteht zwischen diesem Winkel und demjenigen, unter welchem die von den beiden Objecten einfallenden Strahlen sich schneiden (dem durch die beiden Punkte und den Kreisbogen bestimmten Peripheriewinkel), eine constante Beziehung. Je grösser der Winkel ist, um welchen die dem Auge zugekehrten Kathetenflächen, die Ocularflächen, zu einander geneigt sind, desto grösser wird die Krümmung des abgesteckten Kreisbogens; mit der Abnahme dieses Winkels wird auch die Krümmung des Kreisbogens geringer, und man erhält Punkte einer Geraden zwischen den beiden Punkten, wenn die Ocularflächen parallel zu einander stehen.

Die Form des Decher'schen Prismenkreuzes ist im Wesentlichen folgende: Ein Metallcylinder ist an beiden Enden durch kreisrunde Metallplatten geschlossen. Die untere Begrenzungsfläche trägt einen zweiten inneren Cylinder, dessen äusserer Umfang genau in die innere Mantelfläche des ersteren passt und damit für diesen eine Führung abgibt. In dieser Fassung sind nun zwei senkrechte Glasprismen von gleichschenkelig-rechtwinkligem Querschnitte, deren Hypotenusenflächen versilbert sind, so befestigt, dass die senkrechte Halbiringlinie ihrer Hypotenusenflächen mit der Drehaxe der Cylinder zusammenfällt. Das erste Prisma ist an dem Deckel befestigt; das zweite wird von dem Boden getragen, so dass eine Drehung der beiden Cylinder um ihre gemeinschaftliche Axe eine Verstellung der Prismen zur Folge hat. — Die Mantelfläche des äusseren Cylinders ist nun so ausgeschnitten, dass selbst bei der grössten Verdrehung der Prismen das Einfallen des Lichts noch ermöglicht wird.

Als einen Fehler, welcher dem Instrument anhaftet, bezeichnet Verf. die excentrische Lage der Scheitel der Winkel gegenüber der Axe des Instruments; es kann jedoch dieser Umstand im Maximum nur einen Fehler von wenigen Millimetern bewirken. Auch die geringe Höhe des Gesichtsfeldes hebt Verf. als einen Mangel des Instrumentes hervor. Trotzdem findet das neue Prismenkreuz vielfache Anwendung. Ausser sämtlichen Aufgaben, welche mit dem Prismenkreuz in seiner bisherigen Form gelöst werden konnten, führt Verf. eine Reihe von weiteren Aufgaben an, welche der neue Apparat löst; es sind dies Absteckungen von Kreisbögen unter den verschiedensten Verhältnissen.

Die Prüfung des Instruments erstreckt sich nur auf die Untersuchung der Gestalt der Prismen. Diese wird ausgeführt nach der von Bauernfeind zuerst angewendeten Methode der Beobachtung des Durchgangs vom Licht bei zweimaliger Reflexion und zweimaliger Brechung.

Das neue Prismenkreuz dürfte für den Ingenieur eine willkommene Bereicherung seiner Hilfsmittel sein; verfertigt wird dasselbe in der optischen Anstalt von Reinfelder & Hertel in München. W.

## Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung am 14. April. Vorsitzender: Herr Fuess.

Die Besprechung der Fachunterrichtsfrage, welcher der hentige Abend gewidmet ist, wird eingeleitet durch einen Vortrag des Directors der Berliner Handwerkerschule, Herrn Jessen, über das Verhältniss der ihm unterstellten Schule zu den Fachschulen der einzelnen Gewerbe, mit besonderer Beziehung auf das Mechanikergewerbe. Die Handwerkerschule ist eine gewerbliche Fortbildungsschule, welche nur junge Leute aufnimmt, die schon dem Gewerbe angehören; dieselben werden vornehmlich in ihrem Fache, namentlich im Zeichnen, unterrichtet. Allerdings ist die Zahl der Lehrfächer vorläufig noch beschränkt; bei Aufstellung des Unterrichtsplan muss auf die geringen Vorkenntnisse, sowie darauf Rücksicht genommen werden, dass die jungen Leute

bei 3—4jähriger Lehrzeit nur etwa 8 Stunden wöchentlich die Schule besuchen können. Der Unterricht fand bisher statt in Freihand- und Linearzeichnen, Algebra, Physik, Mechanik, Chemie und Buchführung. Die Methode der Schule ist dem Wesen und den Bedürfnissen der Schüler angepasst, sie muss entschieden vorgehen und gründlich sein bei Vermeidung alles Ueberflüssigen. Im Freihandzeichnen wird sogleich nach Modell gezeichnet; es wird nur Einzel- nicht Massenunterricht erteilt. Später tritt das Linear- (Zirkel-) Zeichnen, je nach den Bedürfnissen des betreffenden Faches, hinzu, ferner wird auch ein mehr wissenschaftlicher Zeichenunterricht erteilt für weiter zu bildende junge Leute. Auch für Modelliren in Thon und Wachs ist eine Klasse eingerichtet, welche ausserordentlich stark besucht wird.

An den ersten Zeichenunterricht schliesst sich das praktische Fachzeichnen; die Schüler werden nach ihren Gewerben in Gruppen getrennt und zeichnen nach Vorlagen oder Modellen, die ihrem Gewerbe entnommen sind. Gegenwärtig giebt es Klassen für die Tischler (im vorigen Winter 80, im Sommer 40—50 Theilnehmer), Maschinenbauer, Klempner, Kunstschlosser, Banhandwerker, Goldschmiede, Ciselire, Lithographen, Maler (welche nach Gypsmodellen zeichnen) und Steinmetzen. Bei der Auswahl der Lehrer hat man Fachmännern den Vorzug gegeben.

In den rein wissenschaftlichen Fächern war der Erfolg bisher noch ziemlich gering; so fanden sich für Mathematik selbst im Winter nur etwa 30, für Physik 12 Theilnehmer, Chemie und Mechanik fand fast gar keine Betheiligung, was nicht Wunder nehmen kann, da die Schüler dazu erst vorbereitet werden müssen. Kanfmännisches Rechnen und Buchführung wurden besser besucht. Die Gesamtschülerzahl der Anstalt betrug 403.

Redner erörtert hierauf die Frage, ob sich die Schule ausdehnen wird, was namentlich stattfinden würde, wenn die bestehenden Fachschulen — wofür gegenwärtig noch wenig Neigung vorhanden — aufgehoben würden. Dennoch sei letzteres nach seiner persönlichen Meinung das richtige, beide Theile würden dabei gewinnen. Redner geht bei der Begründung seiner Ansicht annähernd von denselben Anschauungen aus, welche im Sprechsaal des Märzheftes dieser Zeitschrift geäußert worden sind. — Bei der sich an diesen Vortrag, welcher seitens der Versammlung mit lebhaftem Interesse aufgenommen wurde, knüpfenden Discussion, an der sich namentlich die Herren Hänsch und Bamberg betheiligten, kommt zur Sprache, dass das Mechanikergewerbe Berlins etwa 260 Gehülfen und 150 Lehrlinge zähle; über  $\frac{2}{3}$  der letzteren besuche eine Fortbildungsschule, die eigene Fachschule 60. Würde dem Curatorinn der Gesellschaft selbst bei nicht zu grosser Betheiligung an den Kosten ein Einfluss auf die Einrichtung und Ueberwachung des Unterrichts eingeräumt, dann würde sehr gern und mit Dank dem Anschluss zugestimmt werden. Herr Dir. Jessen hält den Anschluss nicht für schwierig; eine Theilnahme von 100 Schülern voransgesetzt, würde sich die Errichtung mehrerer Zeichenklassen, sowie wissenschaftlicher Curse für weitergehende Ansprüche ermöglichen lassen. Den Vertretern der einzelnen Gewerbe könne allerdings nur ein privater und persönlicher Einfluss auf den Unterricht, dieser aber sehr gern, eingeräumt werden. Die Versammlung nimmt hiervon mit Befriedigung Kenntniss.

Am Schluss werden die Namen der bei der Lehrlings-Ausstellung Prämiierten verlesen. Auch einer der Staatspreise ist fast mit Einstimmigkeit der Gruppe anerkannt worden. —

Berichtigung. In dem Vereinsbericht über den Vortrag des Herrn Pensky, betr. die Veränderlichkeit der Quecksilberthermometer, S. 94, muss es Z. 5 v. o. statt „keine Depression des Eispunktes“ heissen: „keine Erhebung des Eispunktes“.

Der Schriftführer: *Blankenburg.*

## Journal- und Patentlitteratur.

Ueber die Verwendung des Mikrophons im astronomischen Zeitdienst. Von Dr. M. Meyer. — *Extrait des Archives des sciences physiques et naturelles. T. V., Janvier 1881.*

Verf. behandelt die Anwendung des Mikrophons zur Uebertragung der Schläge einer astronomischen Pendelnhr nach den verschiedenen Beobachtungsräumen eines Observatoriums und giebt eine ausführliche Erläuterung der Einrichtungen, welche man zu diesem Zwecke auf der Genfer Sternwarte getroffen hat. Das eigentliche Mikrophon besteht zunächst aus zwei Kohlenplättchen von derselben Masse, wie man sie bei dem Bunsen'schen Elemente anwendet, welche an einem kleinen Brette vertical übereinander in der Entfernung von einigen Centimetern befestigt sind. Auf den beiden inneren horizontalen Seiten dieser Platten befinden sich zwei conische Löcher,

in welche ein kleines Kohlenstäbchen eingesetzt wird. Dasselbe hat zwischen den Kohlenplatten ein wenig Spielraum, so dass es im Falle einer Erschütterung derselben oscilliren kann. Die von den beiden Platten ausgehenden Leitungsdrähte schliessen sich in einem Stromkreise, in welchen ein Meidinger Element und ein Telephon eingeschaltet ist. Das Mikrophon wird aussen an dem Kasten der Pendeluhr befestigt und ist die Functionirung desselben folgende: Jede durch das Geräusch der Uhrschläge hervorgebrachte Erschütterung verursacht ein Oscilliren des kleinen Kohlenstäbchen, der Widerstand im Innern des Mikrophons wird dadurch variirt, hiermit gleichzeitig auch der magnetische Zustand des Telephonmagnets, und das Telephon spricht an.

Um durch das Mikrophon gleichzeitig mehrere Telephone in Betrieb zu setzen und die Schläge derselben Uhr nach verschiedenen Beobachtungsräumen zu übertragen, befindet sich in dem Stromlaufe noch ein Umschalter, in welchen die Telephone nach Bedarf ein- und ausgeschaltet werden können.

Bei seinen weiteren Untersuchungen fand Verf., dass bei Einschaltung von 6000 S. E. Widerstand, welcher ungefähr dem von 600 km Leitungsdraht von 4 mm Dicke gleichkommt, und Benutzung einer Batterie von 8 Meidinger Elementen die Schläge der Uhr noch deutlich hörbar waren, selbst wenn man das Telephon 0.3 m vom Ohr entfernt hielt. Da hiernach die Uebertragung der Uhrschläge auf weite Entfernungen ausführbar ist, zieht Verf. am Schlusse seines Aufsatzes noch die Anwendung des Mikrophons zur Bestimmung von geographischen Längendifferenzen in Erwägung; die mikrophonische Verbindung zweier Beobachtungsstationen würde ermöglichen, auf denselben die nämlichen Sterne nach der Aug- und Ohr-Methode mit Hilfe einer einzigen Pendeluhr zu beobachten.

R.

**Tragbare Batterie für electromedicinische Zwecke.** Von W. E. Fein. Elektrotechn. Zeitschrift Heft IV. 1881.

Die sehr praktische Construction dieses Apparates ermöglicht bei Anwendung nur einer Batterie die Erzeugung des constanten Stromes mit oder ohne Unterbrechung, wie auch des primären und secundären Inductionsstromes. Eine vortheilhafte Einrichtung besitzt der Apparat in dem besonders construirten Schlussschieber, welcher über die in den Elemententräger eingehängten Elementehalter hin- und hergleiten kann und bewirkt, dass bei Vermehrung oder Verminderung der Elementenzahl keine Unterbrechung des Stromes stattfindet. Die Handhabung des Apparates bei Erzeugung der verschiedenen Ströme ist eine leichte und wird an zwei übersichtlichen Figuren genau erläutert.

R.

**Ueber die Lichtstärke der Spectral-Apparate.** Von Prof. F. Lippich in Prag. Centr.-Ztg. für Opt. u. Mech. II. Jahrg. No. 5 u. 6.

Es wird untersucht, ob es vortheilhafter ist, die Ausdehnung des Spectrums durch stärkere Vergrößerung des Fernrohrs, oder durch Vermehrung der Zahl der Prismen zu steigern. Verf. kommt zu dem Schlusse, dass bei einer geringeren Anzahl von Prismen, vier oder fünf, letzteres das bessere ist; bei Spectroskopen aber von zehu und mehr Prismen hat man die Zahl schon weit überschritten, von der an es zweckmässiger wird, die Vergrößerung des Fernrohrs zu erhöhen.

Zum Beweise entwickelt Verf. zunächst Ausdrücke für die Ausdehnung  $A$  und Reinheit  $R$  des Spectrums und für die Lichtstärke  $L$  des Apparates. Die Ausdehnung ( $A = \epsilon q$ ) wächst mit der Vergrößerungszahl  $\epsilon$  des Fernrohrs und der Dispersion  $q$  des Prismensystems. Die Reinheit ( $R = \frac{Fq}{b\beta}$ ) ist direct proportional der Brennweite  $F$  des Collimatorobjectives und der Dispersion, umgekehrt proportional aber der Breite  $b$  des Collimatorspaltes und der Vergrößerung  $\beta$  des Prismensystems. — Um zu einem Ausdruck für die Lichtstärke zu gelangen, wird zunächst die Lichtmenge berechnet, welche der Flächeneinheit des Bildes zukommt, wenn die Lichtverluste nicht in Rechnung gezogen werden. Berücksichtigt man aber die letzteren noch — die durch die Reflexionen an den Grenzflächen der Gläser und die Absorptionen in den Glasmassen bedingt sind — so muss der erhaltene Ausdruck für die Lichtmenge noch mit einem Factor  $K$ , dem Helligkeitscoefficienten, multiplicirt werden. Der Werth dieses Factors ist aus der getroffenen Wahl der Glassorten und der optischen Einrichtung zu berechnen. Als Ausdruck der Lichtstärke wird schliesslich gefunden:  $L = \frac{K O q^2}{A R \beta}$ , wo  $O$  die wirksamste Oberfläche des Collimatorobjectives ist. Wird ferner angenommen, dass bei zwei Spectroskopen ver-



schiedener Construction  $O$ ,  $A$  und  $R$  gleich sind, so ergibt sich als Verhältniss ihrer Lichtstärken:  $L:L_1 = \frac{K q^2}{\beta} : \frac{K_1 q_1^2}{\beta_1}$ .

Die Lichtstärken sind also direct proportional den Helligkeitscoefficienten und den Quadraten der Dispersionen, umgekehrt proportional den Vergrößerungen der angewendeten Prismensysteme.

An der Hand dieses Gesetzes zeigt dann Verf. an mehreren Beispielen, dass es sich empfiehlt, statt die Zahl der Prismen zu vermehren, dem Fernrohr eine stärkere Vergrößerung zu geben. Ein Spectroskop von vier Flintprismen beispielsweise, dessen Fernrohr ein viermal stärkeres Ocular verträgt und dessen Collimatorschlitz noch auf  $\frac{1}{4}$  seiner ursprünglichen Breite verengt werden kann, leistet in Bezug auf auflösende Kraft dasselbe wie ein Spectroskop von sechszehn Flintprismen; seine Lichtstärke ist aber bei gleichen Dimensionen der Prismen eine über fünfmal grössere.

Die stärkere Fernrohrvergrößerung bedingt nun aber eine grössere Brennweite des Fernrohrobjectivs, als durchschnittlich bei Spectroskopen vorkommen pflegt, und damit dann nicht ein gar zu feiner Schlitz nützig wird, ist gleichzeitig auch die Brennweite des Collimatorobjectives entsprechend zu vergrössern. Verf. verkennt nicht, dass hieraus vielleicht bedeutendere Dimensionen für die Instrumente resultiren.

**Stativ zum Tragen der Absorptions-Apparate bei Verbrennungen.** Von J. Schober. *Freseus's Zeitschrift.* 20. Jahrg. S. 235.



Das nebenstehend in circa  $\frac{1}{8}$  nat. Gr. dargestellte Stativ dient zur Aufstellung und sicheren Befestigung der mit dem Verbrennungsrohr verbundenen Chlorcalcium-Röhren, Kali-Apparate etc. Der Kopf des Trägers  $a$  ist sowohl in horizontaler wie verticaler Richtung durchbohrt. Der in der horizontalen Durchbohrung steckende hohle Stab  $b$  kann durch die Klemmschraube  $c$  in jeder beliebigen Stellung festgehalten werden. Der massive Stab  $d$  lässt sich in dem hohlen Stab frei bewegen und ebenfalls vermittels einer Klemmschraube befestigen. Die doppelten Muffen  $ee$  halten die messingnen Gabeln  $ff$ , welche zusammen mit dem Holzsteller  $g$  die Glasapparate tragen. Der Apparat hat sich bereits in der Anwendung bewährt.

**Eine mechanische Einrichtung an Aequatoralen, um die Durchmusterung von Zonen in Bezug auf Rectascension zu erleichtern.** Von D. P. Todd. *M. A. Proceedings of the American Academy.* 1880. Mai 12.

Durch diese an jedem Aequatoreal anzubringende Einrichtung erfährt der Beobachter, wann das Fernrohr das Ende der Zone erreicht hat, ohne dass er gezwungen ist, das Ocular zu verlassen.

Das Uhrwerk und der Sector werden von der Polaraxe losgelöst und mit einander in Verbindung gebracht. Der Bogen des Sectors wird so getheilt, wie der Rectascensionskreis. Auf dieser Theilung gleiten zwei Nonien, welche beide an jeder Stelle des Sectors mittels Schrauben festgeklemmt werden können. Beide Nonien sind mit einer etwas hervorragenden Metallspitze versehen, welche auf der Verbindungslinie zwischen Mittelpunkt der Polaraxe und Nullpunkt des Nonius angebracht ist. Anliegend an den Sector dreht sich frei um die Polaraxe ein metallener Arm; derselbe trägt einen Zeiger, dessen Ende die Metallspitzen der Nonien gerade berühren kann; mittels einer Schraube lässt sich dieser Arm an die Polaraxe anklemmen. Ein elektrischer Apparat ist ferner so eingerichtet, dass eine Glocke ertönt oder irgend ein anderes hörbares Signal gegeben wird, wenn die Metallspitzen der Nonien von dem Zeiger des Armes berührt werden.

Der Gebrauch des Apparates ist folgender: Mittels der Theilung des Sectors werden die beiden Nonien soweit von einander gestellt, als die Grösse der zu untersuchenden Zone beträgt. Hierauf wird die Verbindung des Sectors mit der Polaraxe gelöst und der Sector mit dem Uhrwerk in Verbindung gebracht. Das Fernrohr wird auf den Anfangspunkt der Zone eingestellt; gleichzeitig bringt man den Zeiger mit der Metallspitze des einen Nonius in Verbindung und klemmt in dieser Stellung den metallenen Arm an die Polaraxe. Ist dann der Declinationskreis eingestellt, so kann das Uhrwerk in Bewegung gesetzt werden und der Beobachter braucht das Fernrohr nicht zu verlassen, bis der Zeiger die Metallspitze des anderen Nonius berührt; der Signalapparat tritt dann in Thätigkeit und zeigt dem Beobachter an, dass das Ende der Zone erreicht ist.

Verf. glaubt, dass sich die Anwendung des Apparates namentlich in solchen Fällen empfiehlt, wo der zu durchsuchende Theil des Himmels sehr gross und die zu Gebote stehende Zeit verhältnissmässig klein ist, wie es beim Ansuchen von Plauten vorkommt. W.

**Ueber eine neue Form der Töppler'schen Quecksilberluftpumpe und einige mit ihr angestellte Versuche.** Von Bessel-Hagen. Wiedemann's Annalen. Bd. XII. S. 425.

Verf. hat an der von Töppler 1862 in Dingler's Journal Bd. 163 beschriebenen Quecksilberluftpumpe einige bereits durch längere Praxis bewährte Veränderungen anbringen lassen. Da die Töppler'sche Pumpe verhältnissmässig wenig bekannt geworden ist, so möge sie hier in der verbesserten Form kurz beschrieben werden. Der Haupttheil der Pumpe ist auf einem geeigneten Brette, welches durch eine Schraubenzwinge an einem Tische befestigt werden kann, angeordnet; ein besonderer Ständer trägt das Quecksilbergefäss *Q*, welches durch den Kautschukschlauch *S* mit der eigentlichen Pumpe in Verbindung steht. Beim Anheben des Gefässes steigt das Quecksilber in dem Rohre *A* empor, theilt sich bei *D*, sperrt die Eintrittsstelle des zu dem auszunehmenden Gefässe führenden Steigrohres *E* und füllt die Kugel *K*, während die Luft aus dieser Kugel durch die enge Röhre *B*, welche trichterförmig in die weitere Röhre *C* übergeht, entweicht. Man senkt nun das Gefäss, bis die Eintrittsstelle von *E* frei wird, und lässt die Luft aus dem Recipienten in die Kugel *K* treten. Ist die Hauptmasse der Luft weggeschafft, so hebt man das Quecksilbergefäss vorsichtig noch etwas höher, so dass das Quecksilber über *O* hinaus in das Rohr *B* eintritt und das noch vorhandene Luftbläschen vor sich herschiebt. Das übergetretene Quecksilber fliesst beim Senken des Gefässes wieder zurück. Um ohne besondere Aufmerksamkeit langsam pumpen zu können, kann die Bewegung des Gefässes durch Anschlagstifte, welche in die Löcher bei *X* und *Y* gesteckt werden, begrenzt werden, zum Schlusse hebt man dann das Gefäss noch ein wenig aus seinem Träger heraus.

Um ohne Schließstelle eine Verbindung des Recipienten mit der Pumpe zu bewirken, ist auf das Steigrohr *E* das Fläschen ohne Boden *F* mittels Kork quecksilberdicht aufgesetzt, welches etwas Quecksilber enthält. Ueber das Steigrohr wird das weite Rohr *J*, welches mittels der Röhren *G* und *H* mit dem auszunehmenden Gefässe in Verbindung steht, geschoben, so dass dasselbe in das Fläschen *F* eintaucht. Das Quecksilber steigt dann beim Auspumpen in den ringförmigen Raum zwischen den beiden Röhren *E* und *J* und bewirkt den Schluss. Das Kälbchen *M* enthält etwas Phosphorsäureanhydrit und wird nach dem Füllen zngeschmolzen. Ist eine Vermeidung jeder Schließstelle nicht wesentlich, so kann das Rohr *G* an *E* direct durch einen Schliff befestigt werden.

Die Theilung an dem Rohre *B* erlaubt jederzeit die Verdünnung zu messen, welche man mit der Pumpe erreicht hat. Man hat zu dem Ende nur den Stand des Quecksilbers an der Theilung abzulesen erstens, wenn die Pumpenkugel *K* mit dem Recipienten in Verbindung steht, und zweitens, wenn das Quecksilber in der Kugel *K* bis zur Marke *O* angestiegen ist. Gemessen wird dabei natürlich nur das in der Pumpe noch befindliche Gas, während der Druck des Quecksilberdampfes, welcher bei hohen Verdünnungen viel grösser ist, nngemessen bleibt.

Interessant sind einige Mittheilungen über die Verdünnungen, welche mit Quecksilberpumpen verschiedener Construction erreicht wurden. Dieselben betragen

|                                                   |                           |
|---------------------------------------------------|---------------------------|
| Bei der Geissler'schen Pumpe älterer Construction | 0,11 mm.                  |
| Bei der Geissler'schen Pumpe neuerer Construction | 0,0085 mm.                |
| Bei der verbesserten Töppler'schen Pumpe          | 0,000012 mm.              |
| Bei der Sprengel'schen Pumpe (Crookes und Odgen)  | 0,000046 bis 0,000007 mm. |

Nach des Ref. Ansicht dürfte die Töppler'sche Pumpe noch höhere Verdünnungen ergeben, wenn man in dem Gefässe *Q* über dem Quecksilber ein Vacuum erzeugen und vielleicht auch die

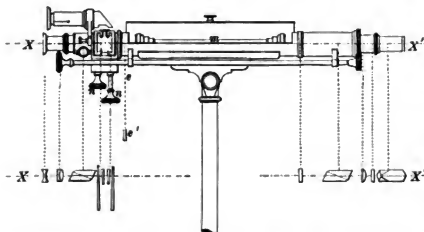


Luft über C verdünnen würde. Beide Maassregeln würden zugleich eine beträchtliche Verkürzung der Pumpe gestatten, die erstere könnte auch bei der Geissler'schen Pumpe angewandt werden.

Die beschriebene Pumpe wird vom Glasbläser Florenz Müller in Berlin geliefert. T.

**Keilcompensation an Polarisations-Instrumenten.** Von Franz Schmidt & Hänsch in Berlin.  
D. R. P. 11226 vom 17. 3. 80.

Die Erfindung bezweckt, die Genauigkeit der Angaben der Polarisations-Instrumente zu erhöhen und eine bisher nicht vorhandene Controle der optischen Hülfsheile zu ermöglichen. Sie erstreckt sich lediglich auf die Apparate bei denen die Beleuchtung durch weisses Licht geschieht und die mit Keilcompensation versehen sind, wie namentlich die Saccharimeter nach Soleil-Ventzke. Die Figur zeigt einen solchen Apparat in der Ansicht, darunter die zugehörige Optik im Grundrisse.



Die durch  $XX'$  angedeutete optische Axe ist gleichzeitig die mathematische des Instrumentes. Die bisherigen Keilcompensationen bestanden aus zwei in horizontaler Richtung bei parallel bleibenden Hypotenusen-Flächen verschiebbaren Quarzkeilen von gleichem Polarisations-Momente und aus der hinter oder vor ihnen befestigten Compensationsplatte  $e'$  von entgegengesetztem Momente. Die Dicke der letzteren ist so gewählt, dass sie der Nullstellung der Keile (Nullstellung des

Instrumentes), entspricht, in der man zwei Felder in derselben Farbe und Lichtintensität wahrnimmt. Wenn z. B. für eine bestimmte Anwendung eine Aenderung der Dicke von 0 bis 4 mm nöthig wäre, so müsste jeder der beiden Keile (bei wie bisher gleicher Länge und Symmetrie) bei ganzer Verschiebung um 2 mm stärker werden. Von der Grösse dieser Verschiebung ist die Länge der Scala abhängig; für die untere Grenze ist die Dicke der Keile zusammen Null, für die obere 4 mm. Da in dieser Form die untere Grenze praktisch nicht erreichbar ist, so wendete man die Compensationsplatte an, deren entgegengesetztes Drehungsmomente die Wirkung der theoretisch zu grossen Keildicke an der unteren Grenze aufheben sollte. Um nun diesen Effect zweckmässiger zu erreichen, führen die Erfinder an Stelle der bei  $e$  sitzenden Compensationsquarzplatte  $e'$ , ein zweites Keilpaar von gleichen Verhältnissen, aber entgegengesetztem Drehungsvermögen, wie das erstere ein. Der eine Keil jedes Paares ist fest, daher kürzer; der andere horizontal beweglich. Die Schrauben  $nn$  vermitteln seine Bewegung. An Scalen sind zwei vorhanden, jedoch von derselben Anordnung wie bisher. — Durch die Verbesserung ist man von dem eigentlichen Nullpunkt der beiden Scalen unabhängig, denn die Wirkung der Nullstellung ist vorhanden bei Einstellung der Keilvorrichtungen auf beliebige gleiche Theilpunkte der Scalen.

Bei Untersuchung ein und derselben Flüssigkeit zwischen verschiedenen Scalentheilen ist die Sicherheit und Genauigkeit grösser, als früher. Die Einrichtung bietet in sich selbst die beste Controle bezüglich der Planität der Flächen der Quarzkeile. Q.

**Neuerungen an Mikroskopen.** Von C. F. P. Wächter in Berlin. D. R. P. 11728 vom 23. 11. 79.

Die Neuerungen beziehen sich auf eigenthümliche Construction des Objectträgers. Das Mikroskop ist wie gewöhnlich construirt und an einer Säule angeschraubt, die durch ein Scharnier beliebig schräg gestellt werden kann. Der Objectträger, der an die Säule angeschraubt wird, ist eine rechteckige, rechtwinklig zur Säule angeordnete Platte. Sie ist mit einem Schlitz versehen, welcher nach der der Säule gegenüberliegenden Seite offen und auf der unteren Plattenseite mit zwei Schienen gesäumt ist; in diesem Schlitz lässt sich vermittels Zahnstange und Stirnrädchen ein Schlitten verschieben, der so die zur Säule senkrechte Fortbewegung des Objectes vermittelt. Um dem Schlitten stets nur eine Bewegung von bestimmter Grösse geben zu können, ist auf der Welle des erwähnten Stirnrädchens ein zweites angebracht von entsprechender Theilung, in dessen Zähne eine leichte Feder so eingreift, dass die Drehung um einen Zahn durch einen Ruck markirt wird. Die eigentlichen Objectträger sind runde, sauber geschliffene Glasscheiben, welche in der

Mitte durchbohrt und auf einen Bolzen gesteckt sind; an einem Bund des letzteren werden sie durch Handnüttern unter Vermittelung elastischer Zwischenlagen so festgeklemt, dass der Bolzen sich mit den Scheiben drehen muss. Dieser letztere ist drehbar im Schlitten gehalten und zwar von unten durch eine mit Scheibe versehene Mutter. Die Scheibe ist, um auch eine Umdrehung der Objectträgerscheiben durch einen Ruck zu markiren, mit einer kleinen Vertiefung versehen, in welche der dumpe Stift einer am Schlitten befestigten Blattfeder bei jeder Umdrehung einfällt. Q

#### Für die Werkstatt.

**Ueber die Herstellung eines walzbar Nickel.** (Mähr. Gew. Blatt).

Das Nickel konnte bisher, da es in reinem Zustande seiner Sprödigkeit wegen weder gut hämmer- noch walzbar ist, nur in Form galvanischer Ueberzüge Verwendung finden. Dr. Th. Fleitmann in Iserlohn ist es nenerdings gelungen, durch Einschmelzen von  $\frac{1}{8}$  % Magnesium das Nickel walzbar zu machen; diese Legirung kann nicht allein durch Walzen resp. Ziehen zu den dünnsten Blechen und Drahtsorten verarbeitet, sondern sogar mit Stahl und Eisen so zusammengeschweisst werden, dass die betr. mit Nickel überzogenen Stücke sich beliebig stark anwalzen lassen, ohne dass eine Trennung der Metalle, die gewissermaassen eine neue Legirung bilden, stattfindet. Die Erfindung hat das Versuchsstadium bereits überschritten. Die nickelplattirten Bleche werden in mehreren Stärken angefertigt und sind auf einer Seite hoch polirt. Zunächst sind durch Metall-drückerei Kochgeschirre angefertigt worden, die trotz schwächerer Wandstärken doch erheblich fester sind als solche aus Zink, Kupfer oder Gusseisen. — Auch in den Gewerken, Laboratorien u. s. w. werden sich die nickelplattirten Bleche zu verschiedenen Geräthen gut verwenden lassen, da sie nicht rosten und gut gereinigt werden können. Q

**Schwarzbeizen von Messing.** Allg. Journ. für Uhrmacherkunst 1881. Nr. 14.

Durch Bestreichen des Messings mit verdünnter Silbernitratlösung (salpetersaurem Silber) wird dasselbe mit grosser Leichtigkeit schon in der Kälte tief schwarz gebeizt. Die Lösung darf keine oder doch nur Spuren freier Säure enthalten. Q

**Goldfirnis für Metalle.** Wieck's Gew. Ztg. 1881, Nr. 6.

Dr. Kapler hat in Pikrinsäure und Borsäure einen Goldfirnis für Metalle gefunden, welcher eine sehr harte und schöne Oberfläche giebt. Er empfiehlt eine klare Auflösung von Schellack in Alcohol mit Zugabe von Pikrinsäure und etwa 0.5 % Borsäure. Q

**Apparat zur schnellen Erzeugung hoher Wärmegrade und dessen verschiedene Anwendungen.** Von Michael Flürscheim in Jaggenau (Baden). D. R. P. 12227 v. 24. 4. 80.

Erfinder will mittels eines Systems von Apparaten hohe Wärmegrade, die verschiedenen Zwecken der Wissenschaft und Industrie dienen sollen, erzeugen unter Anwendung eines Gemisches von Luft und brennbaren Dämpfen als heizende Flamme unter Druck. Die Apparate sind u. a. für Löthgebläse, Löthkolben zu verwenden. Sie bestehen: aus einem Reservoir mit der brennbaren Flüssigkeit, einem oder mehreren Bunsenbrennern mit oder ohne Platinheerd und ans einer die Zuströmung der Flüssigkeit regulirenden Vorrichtung. Man kann sich des Apparatsystems auf zweierlei Art bedienen, indem man entweder die directe Wirkung der Flamme benutzt oder indem man es mit anderen Organen in Verbindung bringt, die durch die Flamme erhitzt und so zu irgend einer Leistung verwendet werden. Q

**Vernickelung ohne Batterie.** Von Stolba. Allg. Journ. f. Uhrmacherkunst 1881. No. 9.

Man stellt durch Lösung von neutralem Chlorzink, vermischt mit einer neutralen Nickel-lösung, ein Bad her, in welches, nachdem es zum Kochen erhitzt worden, die zu vernickelnden Gegenstände zugleich mit kleinen Zinkstückchen gebracht werden. Man hat längere Zeit zu kochen; die Ueberzüge sollen ziemlich haltbar sein. Q

**Berichtigung.** In dem Aufsatz „Astronomisches Doppelfernrohr“, v. H. Goltsch (IV. Heft) ist

|                          |               |          |               |
|--------------------------|---------------|----------|---------------|
| S. 106 Z. 19 v. o. statt | „von etwa“    | zu lesen | „auf etwa“.   |
| - 108 - 30 - - -         | „möglich“     | - -      | „zulässig“.   |
| - 109 - 2 - - -          | „spiegelnden“ | - -      | „brechenden“. |

— Nachdruck verboten. —

# Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions - Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt,  
Vorsitzender.

R. Fuess,  
Beisitzer.

Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz,  
Schriftführer.

Verantwortlicher Redacteur: Dr. Georg Schwirkus.

I. Jahrgang.

Juni 1881.

Sechstes Heft.

## Der Basisapparat des General Ibañez und sein Verhältniss zum älteren spanischen Apparat.

Von

Dr. Alfred Westphal in Berlin.

Der Basisapparat des General Ibañez, eine Vereinfachung des älteren spanischen, von Brunner in Paris construirten Apparats, ist selbst in Fachkreisen noch ziemlich unbekannt. Ausser einer kurzen Notiz in dem „Generalberichte über die Europäische Gradmessung für 1869“ fand sich bisher nirgend eine Mittheilung darüber. Es war daher ein verdienstliches Unternehmen, dass Dr. C. Koppe, angeregt durch die Messung der Aarberger Basis, in einer kleinen Schrift<sup>1)</sup> eine Besprechung des Apparats mittheilte und ein Bild von seinem Wesen und seiner Anwendung gab. Wenn ich es gleichwohl unternehme, unter theilweiser Anlehnung an Dr. Koppe den Apparat an dieser Stelle von Neuem zu besprechen, so sind für mich zwei Gründe maassgebend gewesen. Einmal ist der Aufsatz des Hrn. Dr. Koppe zuerst in der Schweizer Ingenieurschrift „Die Eisenbahn“ erschienen und daher dem Leserkreise dieser Zeitschrift grösstentheils wohl nicht zugänglich; zweitens aber schien es mir von Wichtigkeit zu sein, mit der Beschreibung des Apparats eine Vergleichung sowohl seiner einzelnen Theile als seines ganzen Wesens mit dem älteren spanischen Apparate zu verbinden. Zu diesem Versuche glaube ich um so mehr berechtigt zu sein, als ich Gelegenheit hatte, einen diesem letzten Apparate ganz gleichen, dem K. Preuss. Geodätischen Institute gehörigen kennen zu lernen; ich habe sowohl an den Bestimmungen seiner Constanten als auch an den beiden bisher mit ihm ausgeführten Basismessungen Theil genommen.

Der wichtigste Theil eines Basis-Apparates ist die Messstange, und mit diesem Theile hat Ibañez eine radicale Aenderung vorgenommen. Der ältere spanische Apparat hat als Messstange ein Metallthermometer, bestehend aus einer Platin- und einer Mesingsstange; die gegenseitige Verschiebung der Stangen wird mikrometrisch gemessen und hieraus die Länge berechnet. Statt eines Metallthermometers wählte nun Ibañez eine aus nur einem Metalle bestehende Messstange und aus dieser Wahl folgen fast alle Aenderungen, welche Ibañez an den einzelnen Theilen seines Apparats anbrachte. — Bei dem neuen Apparat besteht die Messstange aus homogenem Schmiedeeisen von 1-förmigem Querschnitt und hat etwa 50 kg Gewicht. In der Nähe der beiden Enden und in Abständen von einem halben zu einem halben Meter

<sup>1)</sup> Der Basisapparat des General Ibañez und die Aarberger Basismessung. Von Dr. C. Koppe, Zürich 1881.

...scheiben eingelegt, in welche die Theil-  
... sind vier in Fünftel Grade getheilte  
... Glasplatte bedeckt sind; die Quecksilber-  
... der Stange in unmittelbarer inniger Be-  
... eingebettet. Die Stange braucht nur annähernd  
... Neigung wird mittels eines Aufsatzniveaus ge-

... durch unabhängig von der Messstange auf-  
... ihrerseits auf schweren hölzernen Dreifüssen  
... träger ähnelt der der Theodolithe. Der obere  
... der untere trägt zwei senkrecht zu einander  
... welcher der ganze obere Theil in longitudinaler



Fig. 1.

... durch die Schrauben *m* mikrometrisch verschoben werden  
... einander stehende Niveaux, von denen das eine fest ist,  
... mit den Fusschrauben eine genaue Horizontirung. Zur Be-  
... Die Axenlager der Mikroskop-Theodolithe — wie Dr. Koppe  
... dienen zur Aufnahme des Ablothungsfernrohrs  
... (Fig. 2) und der Alignementsmarke oder,  
... der Mire (Fig. 3). Die Axen dieser drei letzteren  
... gleichen Dimensionen sein. Das Ablothungsfernrohr  
... die Fundamentalpunkte der Basis und die Mitte der Mikroskop-

Theodolithe genau in dieselbe Verticale zu bringen; das Fernrohr ist also nach unten gerichtet und sind deshalb der Mikroskop-Theodolith und sein Dreifuss in der Mitte durchbohrt. Das Alignementsfernrohr wird nach Art der Theodolithen-Fernröhre eingelegt und hat den Zweck, die Mitte der Mikroskop-Theodolithe genau in

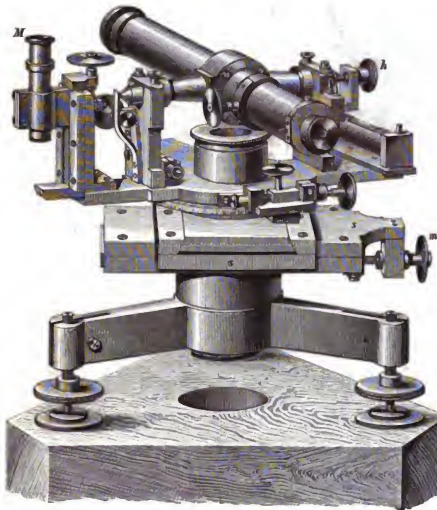


Fig. 2.

die zu messende Linie einzurichten. Es geschieht dies vermittels der Miren; an der stählernen Axe dieser letzteren sitzt in der Mitte ein Messinggehäuse, welches zwei sich kreuzende feine Metallfäden trägt.

Die eben besprochenen drei Theile wirken bei der Messung in folgender Weise zusammen. Nachdem zunächst ein Mikroskop-Theodolith nahezu senkrecht über einen Punkt des Terrains, z. B. den Anfangspunkt der Basis, gebracht ist, wird das Ablothungsfernrohr (Fig. 1) eingelegt und mittels der beiden Niveaux der Apparat genau horizontirt; sodann wird mit Hilfe der beiden Correctionsschrauben  $h$  und  $v$  des oberen und der Mikrometerschlitten  $s$  des unteren Theiles der Collimationsfehler corrigirt und der Mittelpunkt des Fadenkreuzes genau senkrecht über den Basispunkt gebracht, so dass beim Drehen des oberen Theiles um den Horizont Mitte des Fadenkreuzes und Basispunkt sich stets genau decken; die Mitte des Apparates steht dann mit dem Basispunkte in genau derselben Verticalen. Es wird dann das Ablothungsfernrohr herausgenommen und das Alignementsfernrohr (Fig. 2) eingesetzt; das Fadenkreuz desselben wird auf ein in der Basislinie, z. B. am Endpunkte der Basis be-

findliches entferntes Signal eingestellt und in dieser Stellung festgeklemmt. Mittlerweile sind in Entfernungen von resp. 4, 8 und 12 m die übrigen Mikroskop-Theodolithe aufgestellt und genau horizontirt worden; auf dem in der Entfernung von 4 m aufgestellten wird nun die Mire (Fig. 3) aufgesetzt und mittels des Transversalsschlittens

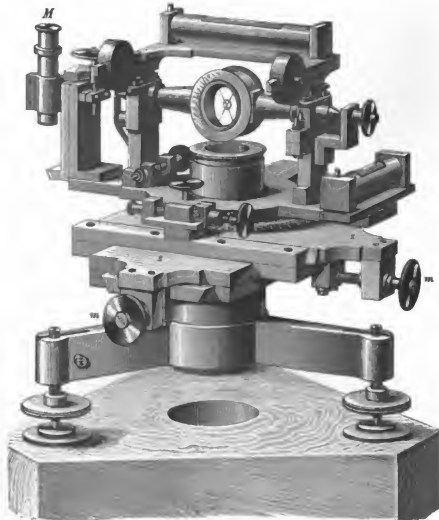


Fig. 3.

so lange seitlich fortgeführt, bis die Fadenkreuz-Mittelpunkte der Mire und des Alignementsfernrohrs sich decken. Die Mitten der beiden ersten Mikroskop-Theodolithe sind also dann genau in der Linie der Basis. Man geht dann mit dem Alignementsfernrohre auf den zweiten, mit der Mire auf den dritten Apparat und bringt diesen auf dieselbe Weise in das Alignment.

Es handelt sich nun weiter darum, die Entfernungen der in der eben beschriebenen Art in einer geraden Linie aufgestellten Mikroskop-Theodolithe von einander zu messen. Zu diesem Behufe ist mit dem Axenlager, in der Verlängerung der Axen, ein seitlicher Arm von etwa 20 cm Länge fest verbunden. Derselbe trägt das kleine Mikroskop *M*, (Fig. 1, 2, 3) zwischen dessen parallele Ocularfäden die Theilstriche der Messstange eingestellt werden. Es wird also nicht die Basislinie selbst, sondern eine Parallele zu ihr gemessen. Die Entfernung der optischen Axe des Mikroskops vom Mittelpunkt des ganzen Apparats muss bei allen Mikroskop-Theodolithen genau dieselbe sein; es werden indess hier kleine Schwankungen noch



keinen nennenswerthen Fehler hervorrufen. Ferner müssen die optischen Axen der Mikroskope sowohl unter sich, als auch mit der des Abbluthungsfernrohres parallel sein.

Ehe wir zu der Schilderung der eigentlichen Messung übergeben, müssen wir noch die Dreifüsse beschreiben, auf welchen die Messstange ruht. Es sind dies Messing-Dreifüsse (Fig. 4) von ganz derselben Form, wie die Untertheile der Mikroskop-Theodolithe. Ebenso wie diese haben sie ein Schlittensystem von zwei zu einander senkrechten Schlitten  $s$ , mittels welcher die auf ihnen ruhende Stange longitudinal und transversal durch die Schrauben  $m$  verschoben werden kann. Die Dreifüsse gestatten ausserdem noch eine Bewegung nach der Höhe, welche durch die Schraube  $K$  vermittelt wird; diese Bewegung ist nothwendig, um das Bild der Theilstriche stets genau in den Focus der Mikroskope bringen zu können. Die cylindrische Säule des Dreifusses ist hohl und hat im Innern einen Zapfen mit Schraubengewinde, an welchem der obere Theil des Apparats befestigt ist; die Schraube  $K$  greift in dieses Gewinde ein und hebt oder senkt den oberen Theil mit der aufgelegten Messstange. In welcher Weise die Stange auf dem Dreifusse aufliegt, ist durch die Figur ersichtlich. Die Rolle  $r$  dient dazu, das Hin- und Herschieben der Stange zu erleichtern; durch die Klemmschraube  $p$  wird dieselbe in einer bestimmten Lage fixirt. Ein mit dem oberen Theile fest verbundenes Niveau gestattet endlich eine genügende scharfe Horizontirung. — Die Stange liegt, bei  $\frac{1}{4}$  und  $\frac{3}{4}$  ihrer Länge, auf zwei Dreifüssen auf und diese ihrerseits ruhen wieder, wie die Mikroskop-Theodolithe auf schweren hölzernen Stativen.

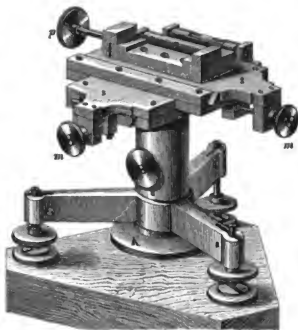


Fig. 4.

Von den bisher beschriebenen Theilen haben gegen die entsprechenden des älteren Apparats ausser der Messstange die Mikroskop-Theodolithe eine wesentliche Aenderung erfahren. Bei der älteren Einrichtung dient das centrische Axenlager auch zur Aufnahme der Mikroskope; während der Messung muss immer ein Mikroskop herausgenommen und auf dem nächstfolgenden Mikroskop-Theodolithe wieder eingesetzt werden. Dass die Mikroskope an dem seitlichen Arme fest angebracht sind, ist ein entschiedener Fortschritt. Ich werde hierauf später noch eingehen, ebenso auf den Umstand, dass Ibañez bei den beiden Fernrohren und den Mikroskopen die mikrometrische Messung hat in Wegfall bringen lassen. Die Construction der Dreifüsse ist genau dieselbe wie beim älteren Apparat.

Die Messung geht nun in folgender Weise vor sich: Nachdem der erste Mikroskop-Theodolith genau senkrecht über den Anfangspunkt der Basis gebracht ist und nachdem alle verfügbaren Hilfsapparate in den richtigen Entfernungen aufgestellt, horizontirt und in die Linie gebracht worden sind, wird die Stange auf die ersten beiden Dreifüsse so aufgelegt, dass der Anfangsstrich nahezu in das Gesichtsfeld des ersten Mikroskops fällt. Die genaue Einstellung des Strichs geschieht mittels der

Die Messung geht nun in folgender Weise vor sich: Nachdem der erste Mikroskop-Theodolith genau senkrecht über den Anfangspunkt der Basis gebracht ist und nachdem alle verfügbaren Hilfsapparate in den richtigen Entfernungen aufgestellt, horizontirt und in die Linie gebracht worden sind, wird die Stange auf die ersten beiden Dreifüsse so aufgelegt, dass der Anfangsstrich nahezu in das Gesichtsfeld des ersten Mikroskops fällt. Die genaue Einstellung des Strichs geschieht mittels der

Schlitten des ersten Auflage-Dreifusses; während dieser Manipulation darf, um Verspannungen zu verhüten, die Klemmschraube des zweiten Dreifusses nicht angezogen sein. Die Schlitten des ersten Mikroskop-Theodolithen dürfen jetzt nicht mehr verstellt werden, da seine Mitte ja den Anfangspunkt der Basis bildet. Am zweiten Mikroskope aber kann die genaue Einstellung durch den longitudinalen Schlitten des Mikroskop-Theodolithen bewirkt werden; der Transversalschlitten darf auch hier nicht verstellt werden, da der Apparat sonst wieder aus dem Alinement kommen würde. — Sind auf diese Weise die Endstriche genau zwischen die Mikroskop-Fäden gebracht, so werden die Angaben der Thermometer und des Aufsatzniveaus abgelesen und die erste Lage ist fertig. Es wird dann die Stange losgeklemmt, herausgehoben, weiter getragen und so auf den dritten und vierten Dreifuss gelegt, dass der Anfangsstrich unter das zweite, der Endstrich unter das dritte Mikroskop kommt. Jetzt darf an dem Schlitten des zweiten Mikroskop-Theodolithen nicht gerührt werden, da seine Mitte den Anfangspunkt der zweiten Lage bestimmt. Die genaue Einstellung des Anfangspunktes hat also wieder mittels der Schlitten des benachbarten Auflage-Dreifusses zu geschehen, während beim Endstrich der Longitudinal-Schlitten des Mikroskop-Theodolithen zu Hilfe genommen werden kann. — In dieser Weise geht die Messung weiter; an demjenigen Mikroskop-Theodolithen, dessen Stellung durch die vorige Lage schon fixirt ist, geschieht die genaue Einstellung durch die Schlitten des benachbarten Dreifusses, an dem anderen Ende durch den Longitudinal-Schlitten des Mikroskop-Theodolithen.

Ist die Messung an einem Abschnitt der Basis angelangt, so wird der betreffende Punkt unterirdisch festgelegt. Zur Festlegung eines Punktes wird ein kleiner Steinquader mit eincementirter Messingplatte eingegraben. Auf dem letzten Mikroskop-Theodolithen wird das Ablothungsfernrohr eingelegt und die Mitte des Fadenkreuzes auf die Messingplatte gelothet. Um den Punkt auf der Messingplatte bequem fixiren zu können, setzt man auf dieselbe eine Metallplatte, welche in der Mitte eine kleine Oeffnung hat; senkrecht über dieser Oeffnung ist eine Hülse befestigt, in welche ein cylindrischer Bolzen mit gehärteter Stahlspitze genau hineinpasst; die Metallplatte ist ferner mit zwei Mikrometerschrauben versehen, durch welche sie in zwei zu einander senkrechten Richtungen verschoben werden kann. Man bewegt nun die Metallplatte so lange hin und her, bis die Mitte des Fadenkreuzes genau über ihrer kleinen Oeffnung steht; dann führt man den Bolzen durch die Hülse, drückt ihn durch die Oeffnung der Platte und markirt mit seiner Spitze einen Punkt auf der Messingplatte des Steinquaders. Nimmt man dann die Metallplatte fort, so müssen der Fixpunkt und der Mittelpunkt des Fadenkreuzes sich decken.

Am Ende der Basis angekommen, wird der Endpunkt derselben nicht gerade mit einem Theilstriche der Stange zusammenfallen. Es ist daher nothwendig, den jedesmaligen Rest besonders bestimmen zu können. Hierzu dient ein kleiner Anlage-Maassstab, welcher an die Messstange angeschraubt wird. Derselbe ist durchweg in Millimeter und sein letzter Millimeter noch wieder in Zehntel getheilt. — Für die Messstange des älteren Apparats ist eine solche Einrichtung nicht vorhanden und es ist einleuchtend, dass sie dort auch nicht nothwendig ist.

Die Messung geschieht unter tragbaren Baracken, welche, mit Leinwand bespannt, gegen directe Sonnenstrahlen und auch gegen Regen Schutz gewähren. Im Interesse einer möglichststen Beschleunigung der Arbeit kommen zur gleichzeitigen

Verwendung vier Mikroskop-Theodolithe, vier Auflage-Dreifüsse für die Messstange, sechs grössere Holzstative für die Mikroskop-Theodolithe, zehn kleinere Holzstative für die Auflage-Dreifüsse und zwei hölzerne 4 m lange Messschablonen. Zwei Beobachter und einige Gehilfen stellen mit Hilfe der Messschablonen sämtliche Messstative in den richtigen gegenseitigen Abständen in der Linie auf; zwei weitere Beobachter mit ihren Gehilfen bringen die Mikroskop-Theodolithe und die Auflage-Dreifüsse mittels des Alignementsfernrohres und der Mire genau in das Alignment. Bei der Messstange selbst stehen vier Beobachter, von denen zwei die Endstriche der Stange in die Fäden der Mikroskope einstellen, während die zwei anderen, jeder für sich, die vier Thermometer und die Angaben des Aufsatzniveaus ablesen. Sind die Einstellungen und Ablesungen einer Lage beendigt, so ergreifen zwei Gehilfen auf Commando die Handhaben der Messstange und tragen sie auf die bereits fertiggestellten zwei folgenden Auflage-Dreifüsse. Die Mikroskop-Theodolithe sind ebenfalls bereits an ihrem Platze, die Messstange hat sofort sehr nahe die richtige Lage und das Einstellen und Ablesen kann ohne Verzug beginnen. Die frei gewordenen Apparate, Stative und Zelte werden vorgetragen, aufgestellt, eingewiesen, horizontal u. s. f. Jeder Beobachter und jeder Gehilfe hat seine bestimmte Arbeit, die sich von Stangenlage zu Stangenlage wiederholt und eines Jeden Aufgabe ist so berechnet, dass er Zeit hat, sie auszuführen, ohne seinen Nachbar zu hindern und ohne die Arbeit zu verzögern.

Die Absicht, die Messungen möglichst zu beschleunigen, spricht sich auch darin aus, dass die Holzstative direct auf den Erdboden aufgesetzt wurden. Bei der Messung der Basis von Madridejos, welche mit dem älteren spanischen Apparate ausgeführt wurde, standen die Stative auf 130 kg schweren Steinplatten und diese wurden für eine Tagesarbeit — damals 60 Lagen — im Voraus gelegt. Es geschah dieses, um die Apparate möglichst vor Erschütterungen zu bewahren, wie sie namentlich durch das Vorbeitragen der schweren Zelte — dieselben wurden von 10—12 Mann getragen — verursacht werden. Bei den beiden Basismessungen, welche von dem K. Preuss. Geodätischen Institut mit einem dem älteren spanischen ganz gleichen Apparat ausgeführt wurden, standen die Stative auf schweren gusseisernen Platten. Wenn hier von einer ähnlichen Aufstellung Abstand genommen wurde, so geschah dies wohl in der Annahme — die sich auch durch die Erfahrung bestätigt hat —, dass bei der Messung auf solide gebauten und gut unterhaltenen Chausseen die schweren aus hartem Holz verfertigten Stative während der kurzen Dauer einer Lage keine merkliche Verschiebung erleiden würden.

Die Schnelligkeit, mit welcher der Basisapparat des General Ibañez arbeitet, ist in der That eine überraschende. 100 Stangenlagen nahmen bei der Aarberger Basis im Mittel aus den ersten beiden Messungen nur 150 Minuten, eine Lage also nur 1.5 Minuten in Anspruch. Wenn man von einer Basismessung in erster Linie fordert, dass die Operationen in möglichst kurzer Zeit vor sich gehen, so erscheint der neue spanische Apparat dem älteren ganz bedeutend überlegen. — Der Gewinn an Zeit, der aus dem Gebrauche des neuen Apparats folgt, ist zunächst bedingt durch die Vermehrung des Beobachterpersonals, sowie durch die Anwendung einer grösseren Anzahl von Hilfsapparaten. Sodann ist die veränderte Construction der Mikroskop-Theodolithe geeignet, die Messung zu beschleunigen. Bei dem alten Apparate muss, wie schon erwähnt, das freigewordene Mikroskop jedesmal heraus-

genommen und auf dem nächstfolgenden Mikroskopträger wieder eingesetzt werden; letzteres muss mit grosser Sorgfalt und Vorsicht geschehen. Mit den neuen Mikroskopträgern sind die Mikroskope fest verbunden, der Beobachter findet sie in der richtigen Lage vor und kann gleich an das Einstellen der Theilstriche der Stange gehen. Wenn hierdurch auch für eine einzelne Lage keine wesentliche Zeitersparniss resultirt, so wird sich eine solche doch für eine grössere Anzahl von Lagen schon bemerklich machen.

Die erwähnten Vortheile sind indess gering gegen den Gewinn an Zeit, welcher durch das Wegfallen aller mikrometrischen Messung bedingt ist. Der ältere spanische Apparat misst jede Correction und jedes Maass gesondert mit der Mikrometerschraube. Der grosse Aufwand von Zeit, welcher hiermit unläugbar verbunden ist, hat Ibañez veranlasst, diesen Weg vollständig zu verlassen und die mikrometrische Messung durch mikroskopische Einstellung zu ersetzen. Es wird von Interesse sein, zu untersuchen, ob hiermit nicht möglicher Weise ein Verlust an Genauigkeit verbunden ist. — Am Alignementsfernrohre hat die mikrometrische Einrichtung den Zweck, die Einstellung auf die Collimationslinie in verschiedenen Entfernungen zu sichern. Das Fernrohr wird, wie schon erwähnt, erst auf — mehrere Hunderte von Metern — entfernte Signale eingestellt und dann auf den 4 m entfernten nächsten Mikroskop-Theodolithen gerichtet. Es ist klar, dass die Führung des Fernrohrs ausserordentlich gut sein muss, wenn sich nicht Verschiebungen der Collimationslinie zeigen sollen. Bei dem alten Apparate wird für jede Entfernung die Collimation bestimmt und die Fäden nach der betreffenden Entfernung eingestellt; man ist dann sicher, ein genaues Alignement zu erhalten. Fällt das Mikrometer fort, so muss man sich auf die Führung des Fernrohrs verlassen und es werden kleine Abweichungen von der geraden Linie unvermeidlich sein. Diese Differenzen sind indess, besonders wenn die Fäden des Fernrohrs gut centrirt sind, so geringfügig, dass sie keinen merklichen Einfluss auf das Resultat ausüben. Da ferner ohne mikrometrische Einrichtung das Alignement bedeutend schneller vor sich geht, so ist es gerechtfertigt, von der mit dem Mikrometer erreichbaren minutiösen Genauigkeit abzusehen. — Etwas anders liegt die Sache schon beim Ablothungsfernrohr. Es ist schwer, den Fixpunkt und Mittelpunkt des Fadenkreuzes in dieselbe Verticale zu bringen. Das Fernrohr ist ziemlich schwach und es sind daher Abweichungen unvermeidlich; dieselben halten sich allerdings innerhalb der optischen Grenzen des Fernrohrs, können aber doch, je nach den Entfernungen, um welche es sich handelt, den Betrag von 0.1 mm erreichen. Es erscheint daher zunächst nicht überflüssig, diese Abweichungen mit der Mikrometerschraube zu messen, sowohl bei Beendigung des einen Basis-Abschnittes, als beim Beginn des nächstfolgenden. Darf man nun auf den Vortheil der mikrometrischen Messung verzichten? Die in Rede stehenden Fehler sind allerdings zufällige, die Abweichungen werden bald in positivem, bald in negativem Sinne auftreten; es darf ferner nicht ausser Acht gelassen werden, dass bei der Schnelligkeit, mit welcher der neue Apparat arbeitet, nur wenige Ablothungen vorkommen, dass also die Summe dieser Fehler noch von keinem erheblichen Betrage sein wird. Begnügt man sich also damit, die Fixpunkte möglichst genau einzustellen, so wird das Resultat nicht wesentlich alterirt werden. Andererseits aber ist der Gewinn an Zeit ziemlich unerheblich; nimmt man vier Ablothungen an einem Tage an, so nehmen die Einstellungen und Ablesungen zusammen vielleicht

$\frac{1}{2}$  bis 1 Stunde in Anspruch. Warum soll man nun deshalb auf den realen Gewinn an Genauigkeit verzichten, welchen die mikrometrische Messung gewährt? — Die Vereinfachung der Mikroskop-Einrichtung wurde durch die Construction der Messstange ermöglicht. Bei einem Metallthermometer ist das Vorhandensein von Ables-Vorrichtungen irgend welcher Art unbedingte Nothwendigkeit; lässt man die Messstange aber aus einem Metalle bestehen, so kann man sich damit begnügen, den Null- und Endstrich der Stange möglichst genau in die Fäden des Mikroskopes einzustellen. Man wird sich indess namentlich bei denjenigen Mikroskopen, unter welchem die genaue Einstellung durch Verschiebung der Stange mittels der Schlitten des Auflage-Dreifusses geschieht, auf starke Einstellungsfehler gefasst machen müssen. Wenn man bedenkt, dass die Mitte des Auflage-Dreifusses von dem Mikroskope beinahe 1 m entfernt ist, dass die Einstellung für den Beobachter also beschwerlich ist, wenn man ferner die elastischen Nachwirkungen der Schraube erwägt und endlich die Schnelligkeit berücksichtigt, mit welcher die Arbeit vor sich geht, so wird man auf eine subtile Genauigkeit der Einstellung an diesem Mikroskope mit Bestimmtheit nicht rechnen können. Die Abweichungen werden indess bald in positivem, bald in negativem Sinne auftreten, sie fallen somit unter die zufälligen Fehler.

Es bleibt noch übrig, die Construction der Messstange und ihren Einfluss auf das Resultat der Messung in Betracht zu ziehen. Es hat wohl seiner Zeit das lebhafteste Interesse der Geodäten wachgerufen, als General Ibañez von dem seit langer Zeit als typisch angesehenen Metallthermometer abging und eine aus nur einem Metall bestehende Messstange wählte. Es sind gewichtige Bedenken gegen die Metallthermometer gewesen, welche ihn zu diesem Schritte veranlassten. Er glaubte, dass Quecksilberthermometer die Temperatur der Messstange leichter und besser bestimmen lassen als Metallthermometer, und deshalb wählte er eine einfache Stange und bestimmte ihre Temperatur durch eingelegte Quecksilberthermometer. — Der Grund, weshalb Borda seiner Zeit die Metallthermometer einführte, war doch wohl der, die Schwierigkeit zu heben, welche mit der Bestimmung der Temperatur einer Messstange durch Quecksilberthermometer verbunden ist. Bei dem Metallthermometer braucht man die Temperatur der Messstange nicht zu kennen. Wenn die Constanten der Stangen innerhalb der Temperaturen, welche bei der Messung im Freien vorkommen, gut bestimmt sind, so ist man sicher, aus den Angaben der Metallthermometer sehr nahe die wahren Längen der Stangen berechnen zu können, vorausgesetzt, dass Construction und Lagerung den Stangen in jedem Moment ungehinderte Ausdehnung erlauben. Das Maass der gegenseitigen Verschiebung der Stangen zu einander wird dann nur beeinflusst durch die Temperatur derselben, oder genauer gesagt, durch die in den verschiedenen Querschnitten der Stangen herrschenden Temperaturen. In welchem Betrage die Angaben der Metallthermometer fehlerhaft werden können, wenn beide Stangen verschiedene Temperaturen haben, wenn die eine der anderen vorausseilt, darüber liegen noch keine genauen Untersuchungen vor. Bei der älteren spanischen Messstange kann indess der Temperatur-Unterschied zwischen Platin und Messing nicht sehr merkbar sein. Das Geodätische Institut besitzt in seinem Basisapparate eine ganz gleiche Messstange und es hat sich bei der Bestimmung der Constanten selten ein merklicher Temperatur-Unterschied zwischen beiden Stangen herausgestellt. — Anders liegt aber

die Sache, wenn man die Temperatur einer einfachen Messstange durch Quecksilberthermometer bestimmt und hieraus die Länge der Stange ableitet. Selbst bei der grössten Vorsicht ist man nicht sicher, die wahre Temperatur zu erhalten. Man mag die Quecksilberkugeln in noch so innige Berührung mit dem Metall bringen, man mag sie auch noch mit Glasplatten und mit Metall-Feilspänen bedecken — durch welche übrigens die Luft doch Eingang findet — eine sichere Gewähr dafür, dass man die wahre Temperatur des Metalls in jedem Moment erhält, hat man doch nicht. Wenn die Abweichungen der Angaben des Quecksilberthermometers von der Temperatur der Stangen auch vielleicht bei einigermaassen constanter Temperatur stets innerhalb kleiner Grenzen bleiben, so wird das Verhältniss ein anderes, wenn die Stangen einer schwankenden Temperatur ausgesetzt sind. Hier hängen die Abweichungen ausser von der Wärme-Capacität des betreffenden Metalls auch noch davon ab, ob die Tagestemperatur steigt oder fällt. Je nach ihrem Verhalten kann bei denselben Angaben des Quecksilberthermometer die augenblickliche Länge der Stange jedesmal eine andere sein.

Die ausserordentlich guten Uebereinstimmungen, welche bei allen mit dem Apparate des General Ibañez gemessenen Grundlinien erzielt worden sind, scheinen allerdings gegen die Richtigkeit dieser Bedenken zu sprechen. Die Grundlinien sind alle doppelt, die letzte sogar dreimal, gemessen, und es zeigen die Differenzen der für die einzelnen Basis-Abschnitte erhaltenen Resultate folgendes Bild, wobei noch zu bemerken ist, dass die Abschnitte grösstentheils die Länge von 400 m haben<sup>1)</sup>.

| No. | Basis           | Differenz der Messung | Fehler der einzelnen Abschnitte |       |       |       |       |       |       |    |  |
|-----|-----------------|-----------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|--|
|     |                 |                       | 1.                              | 2.    | 3.    | 4.    | 5.    | 6.    | 7.    | 8. |  |
| 1   | Base de Mahon   | I—II                  | + 0.3                           | + 0.2 | - 0.1 | + 0.7 | - 0.5 | 0.0   |       |    |  |
| 2   | „ d'Ivire       | I—II                  | - 0.3                           | - 0.1 | - 0.4 | + 0.3 |       |       |       |    |  |
| 3   | „ de Lugo       | I—II                  | + 0.6                           | - 0.1 | + 0.1 | + 1.3 | - 0.1 | - 0.4 |       |    |  |
| 4   | „ de Vich       | I—II                  | + 0.5                           | - 0.2 | 0     | - 0.3 | + 0.1 | - 0.6 | + 0.3 |    |  |
| 5   | „ Carthagène    | I—II                  | + 0.1                           | + 0.6 | 0     | - 0.2 | 0     | + 0.2 | + 0.2 | 0  |  |
| 6   | „ d'Olite       | I—II                  | - 0.9                           | + 0.5 | + 0.2 | + 0.2 | 0     | - 0.6 |       |    |  |
| 7   | Aarberger Basis | I—II                  | + 1.0                           | + 2.2 | - 0.1 | - 0.5 | - 0.4 | - 0.1 |       |    |  |
|     |                 | I—III                 | - 0.1                           | + 2.7 | - 0.4 | - 0.5 | + 0.3 | + 2.1 |       |    |  |
|     |                 | II—III                | - 1.1                           | + 0.5 | - 0.3 | 0     | + 0.7 | + 2.2 |       |    |  |

Die Messungen fanden nun aber durchgängig Vormittags statt, also höchst wahrscheinlich stets bei steigender Temperatur. Das Verhältniss des Ganges der Temperatur in den Stangen zu den Angaben des Quecksilberthermometers ist also immer das gleiche gewesen; die Umstände, unter denen die Messungen stattfanden, waren dieselben und da ist es wohl zu erwarten, dass die Resultate unter sich übereinstimmen. Es würde von grossem Interesse sein, eine Grundlinie oder nur einen Theil derselben sowohl mit dem älteren spanischen, als mit dem vereinfachten des General Ibañez zu messen. Man würde dann zu einem sicheren Urtheile über die Genauig-

<sup>1)</sup> Die Daten für die Grundlinien 1—6 sind den Generalberichten für die Europäische Gradmessung entnommen, während diejenigen für die Aarberger Basis sich in dem erwähnten Aufsätze des Hrn. Dr. Koppe finden.

keit kommen, mit welcher der vereinfachte Apparat arbeitet. — Die ersten sechs Grundlinien der obigen Tabelle sind ferner in Spanien gemessen, während die letzte in der Schweiz liegt; unter den 37 Fehlerbeträgen, welche sich auf die ersteren beziehen, überragt nur ein einziger den Werth von 1 mm, während von den 18 Werthen der Schweizer Grundlinie fünf grösser als 1 mm, vier sogar grösser als 2 mm sind. Die grösseren Fehlerbeträge der letzten Basis treten im zweiten und letzten Abschnitte auf; es betrug aber der Unterschied der mittleren Temperatur während der ersten Messung von der zweiten und dritten Messung im zweiten Abschnitte 4°; im letzten Abschnitte liegt die mittlere Temperatur der dritten Messung sogar 5° höher als diejenige der ersten und zweiten Messung. Ueber die Einzelheiten der spanischen Grundlinien ist leider noch nichts publicirt; es lässt sich also nichts darüber sagen, ob die Kleinheit der Fehlerbeträge vielleicht Folge von gleichmässiger Temperatur während der Messungen ist. Herr Prof. Hirsch, dem ich für einige, wesentliche Punkte betreffende Rathschläge zu Dank verpflichtet bin, glaubt, dass die Abweichungen von einem zu kleinen Ausdehnungscoefficienten der Stange herrühren; es soll daher der Stab einer erneuten Bestimmung in Breteuil bei Paris unterzogen werden. Es ist immerhin sehr erfreulich, dass nach einem Beschluss der Schweizer Gradmessungs-Commission die übrigen Schweizer Grundlinien systematisch bei steigender und fallender Temperatur gemessen werden sollen. Es empfiehlt sich hierbei, die Messungen so anzuordnen, wie es Prof. Fischer bei der Nachmessung der Berliner Grundlinie im vorigen Jahre gethan hat. Es wurde Vormittags und Nachmittags ein bestimmter Abschnitt der Basis gemessen; die zweite Messung, welche in umgekehrter Richtung wie die erste geführt wurde, war so angeordnet, dass immer derjenige Theil, welcher bei der ersten Messung Vormittags gemessen war, bei der zweiten Nachmittags gemessen wurde und umgekehrt; auf diese Weise wurde es erreicht, dass die Basis in ihrer ganzen Länge bei steigender und fallender Temperatur gemessen wurde.

Sollte sich bei einer ähnlichen Anordnung der übrigen Schweizer Grundlinien ein systematischer Unterschied zwischen den bei steigender und fallender Temperatur erhaltenen Resultaten herausstellen, so würde man die erhaltenen Längen nicht ohne Weiteres vergleichen können. Man würde dann vielleicht das Mittel aus je einer bei steigender und einer bei fallender Temperatur erhaltenen Messung als eine einzige Messung zu betrachten haben. Will man dann den mittleren Fehler der Messung bestimmen, so würde die Doppelmessung zu wiederholen sein. Eine Basis von z. B. 2400 m würde dann in 12 Tagen vollständig gemessen werden können. Eine solche Schnelligkeit lässt sich aber auch mit dem älteren Apparate erreichen, wenn man ihn etwas modificirt. Wenn man die veränderte Construction der Mikroskop-Theodolithe adoptirt und das Mikrolithem am Alignementsfernrohre fortlässt, im Uebrigen aber die Einrichtungen des älteren Apparates beibehält, so könnte man sich, vorausgesetzt, dass Beobachterpersonal, Gehilfen und Hilfsapparate in ausreichender Anzahl vorhanden sind, anheischig machen, eine Lage in drei Minuten zu messen. Man würde dann bei vierstündiger Arbeitszeit Vormittags und Nachmittags täglich bequem 100 Lagen, also 400 m messen können. Die Doppelmessung einer Basis von 2400 m würde also 12 Tage in Anspruch nehmen. Eine solche Zeitdauer könnte eine durchaus zufriedenstellende genannt werden.

## Anwendung der Torsion von Drähten zur Ermittlung kleiner Gewichtsgrössen.

Von

Dr. L. Loewenherz in Berlin.

Nach Dove<sup>1)</sup> soll zuerst Hooke die Torsion von Drähten zur Ermittlung kleiner Gewichtsgrössen angewendet haben. Er befestigte die Mitte eines Waagebalkens an einem senkrecht gegen diesen gerichteten horizontal gespannten Draht, der an beiden Enden fest eingeklemmt wurde. Ueber die Art der Benutzung dieser Waage fehlen a. a. O. genauere Angaben. Es heisst dort nur: „Durch die Schwingungen des Waagebalkens wird der Draht gedreht und zwar so, dass eine auf der Oberfläche desselben seiner Axe parallele Linie auf der einen Seite des Waagebalkens eine rechts, auf der andern eine links gewundene Spirale wird.“

Ritchie giebt in *Philos. Transact.* 1830, p. 215 ausführliche Beschreibung und Zeichnung einer Waage, deren einseitig belasteter Balken mittels eines an einem Ende tordirbaren Glasfadens in die horizontale Lage zurückgebracht werden kann. Er erblickt die Vorzüge einer solchen Waage darin, dass sie die Ermittlung der kleinsten Gewichtsgrössen mit äusserster Genauigkeit gestatte, ohne doch denselben Zeit- und Arbeitsaufwand zu verlangen wie eine gewöhnliche feine Waage; ausserdem aber betont er noch die Billigkeit und Leichtigkeit ihrer Herstellung. Ritchie nimmt einen sehr leichten Holzbalken von etwa 12 bis 15 engl. Zoll (305 bis 381 mm) Länge und steckt durch das Centrum desselben eine lange Stahlschneide hindurch. Mit dieser Schneide spielt der zwei leichte Waagschalen tragende Waagebalken auf zwei kleinen Glasstäben, die auf den beiden Armen einer verticalen Säule horizontal gelagert sind. Der Balken läuft an einem Ende in eine feine Spitze aus, welche vor einer getheilten Scale die Neigung des Balkens abzulesen gestattet. An jedem Ende der Stahlschneide sind genau in der Verlängerung ihrer Schneidekante Fäden befestigt, hinten ein aus mehreren Fädchen ungezwirnter Seide bestehender Faden, der an eine Spirale aus dünnem Messingdraht geknüpft und mit dieser an einem verstellbaren Säulchen angebunden ist, vorn der zu tordirende Glasfaden. Das vordere Ende des letzteren ist mit etwas Siegelack in einem kleinen Holzcylinder festgesteckt, der im Centrum einer getheilten Scheibe um die Axe derselben gedreht werden kann. Ein am Holzcylinder befestigter Zeiger giebt an der Theilscheibe die Grösse der Torsion an, welche der Glasfaden erfahren hat. Die Scheibe ist wiederum an einem verstellbaren Säulchen angebracht. Durch die Verstellung der beiden Säulchen kann die Spannung des Glasfadens regulirt werden.

Für die Benutzung dieser Waage giebt Ritchie ungefähr folgende Anweisungen. Wenn das Gewicht eines sehr kleinen Körpers ermittelt werden soll, so tordire man vorher den Glasfaden durch 2 oder 3 volle Kreisumdrehungen hindurch, je nachdem dies ohne Gefahr des Zerbrechens geschehen kann. In die hierdurch angehobene Waagschale bringe man sodann so viel Taramaterial, dass der Balken wieder nahezu horizontal steht, während der Torsionsindex auf den Nullpunkt der Theilscheibe einspielt. Hierauf setze man den abzuwägenden Körper in die andere Schale, welche nunmehr niedersinkt und durch Aufdrehen des Glasfadens wieder angehoben werden

<sup>1)</sup> Ueber Maass und Messen, Aufl. 2. Berlin 1835. p. 152.



mus. Die bis zur Herstellung der horizontalen Lage des Balkens erforderliche Detorsion wird an der Theilscheibe abgelesen, sie betrage z. B.  $50^\circ$ . Jetzt entferne man den abzuwägenden Körper, die betreffende Schale erhebt sich sofort, und es bedarf einer erneuten Torsion des Glasfadens im ursprünglichen Sinne, um die Gleichgewichtslage wieder herzustellen. Bringt man endlich ein Gewichtsstück von bekanntem Werth, z. B. 1 grain (64 mg), in die Schale, so muss der Faden wieder um einen gewissen Winkel (z. B.  $1000^\circ$ ) detordirt werden, damit der Balken sich horizontal einstellen soll. Das Verhältniss der beiden Gewichtswerthe wird dem der abgelesenen Torsionswinkel gleich gesetzt, wonach im angenommenen Beispiel das Gewicht des abzuwägenden Körpers zu 0,05 grain gefunden wird. Bei der Abwägung grösserer Körper soll das Gewicht der letzteren innerhalb eines Grain wie gewöhnlich durch die Methode der doppelten Wägung ermittelt und die Torsion des Glasfadens nur zur Auffindung der Bruchtheile des Grain benutzt werden.

Ritchie umhüllt den Waagebalken mit einem Glaskasten, durch den der Torsionsdraht frei hindurchgeht. Er hat übrigens mehrere Drähte von verschiedener Feinheit, unter anderen auch einen Glasfaden von 10 Fuss engl. (3,0 m) Länge benutzt, welcher um wenigstens  $5000^\circ$  oder nahezu 14 Kreisumfänge tordirt werden musste, wenn 1 grain angehoben werden sollte.

Muncke giebt in Gehler's physik. Wörterbuch, Aufl. 2. Bd. X, 1841, Mittheilung über Ritchie's Waage, er findet hierbei die Wägungsmethode des letzteren zu künstlich und schlägt vor, sie in folgender Weise zu vereinfachen. Der Theilkreis soll drehbar gemacht und vor jeder Wägung so eingestellt werden, dass der Zeiger genau auf Null einspielt, wenn die Waage unbelastet ist. Hierauf soll unmittelbar der abzuwägende Körper auf die eine Schale gelegt, das gestörte Gleichgewicht durch Torsion des Fadens wiederhergestellt und der erhaltene Torsionswinkel mit dem bei Belastung mit einem Gewichtsstücke bekannter Grösse gefundenen Winkel verglichen werden.

Muncke dürfte das Künstliche von Ritchie's Wägungsmethode vorzugsweise darin finden können, dass bei letzterer der Glasfaden vor der Wägung um mehrere volle Kreisumfänge tordirt werden soll. Der Grund für diese Anweisung Ritchie's ist wohl nur darin zu suchen, dass das Gebiet, innerhalb dessen der verwendete Glasdraht ohne Gefahr des Zerbrechens eine Torsion erliden kann, möglichst ausgenutzt werden soll. So scheint bei dem angegebenen Beispiel eine einseitige Torsion von drei Kreisumfängen ( $1080^\circ$ ) als äusserste zulässige Grenze angenommen zu werden, während die zur Abwägung erforderliche Torsion bis zu  $1500^\circ$  steigt.

Es ist mir nicht bekannt, ob Torsionswaagen nach der von Ritchie vorgeschlagenen Einrichtung zu irgend einer Zeit in grösserem Umfange praktische Verwendung gefunden haben, ich habe bis jetzt nur eine einzige solche Waage gesehen, sie gehörte dem physikalischen Kabinet der Universität Kiel an und ich verdanke ihre Kenntniss der Güte des Herrn Prof. G. Karsten. Ihr Balken besteht aus einem dünnen Glasstab. Ich glaube indessen darin nicht zu irren, dass diese Waage ausschliesslich als Vorlesungsmodell gedient hat.

Bei der Verwendung solcher Waagen in der Praxis dürften sich nämlich zwei Uebelstände geltend machen, zuerst und vorzugsweise die elastische Nachwirkung des tordirten Drahtes, ferner — wenigstens bei genaueren Wägungen — auch der Einfluss der Temperatur auf die Länge des Drahtes.

Die Längenausdehnung eines Glasfadens beträgt für eine Temperaturänderung von  $1^{\circ}$  C. ungefähr 0,00001. Da nun in Beobachtungsräumen die Temperatur zu verschiedenen Zeiten des Jahres bis zu  $15^{\circ}$  C variiren kann, so wird sich die Länge des Drahtes um 0,00015 ihres Betrages ändern und demgemäss wird ein und derselbe Torsionswinkel zu verschiedenen Zeiten Belastungen entsprechen können, die um einen solchen Betrag von einander differiren. Bei Abwägung eines Körpers von etwa 100 mg Gewicht würde dies einem Gewichtsunterschied von 0,015 mg gleichkommen. Man müsste also entweder bei jeder Wägungsreihe oder doch von Zeit zu Zeit den Werth der Theilung an der Torsionscale neu ermitteln oder sich bei Benutzung einer solchen Waage mit einer Genauigkeit begnügen, welche hinter der mit besseren Waagen anderer Art zu erreichenden weit zurücksteht.

Während aber dieser Uebelstand nur für genauere Wägungen von Bedeutung ist und auch dort durch geeignete Anordnung der Arbeit unschädlich gemacht werden kann, stellt sich der allgemeineren Verwendung der Torsionswaage in der elastischen Nachwirkung eine überhaupt nicht zu beseitigende Schranke entgegen. Wie bekannt, verhindert die Nachwirkung die sofortige Wiederherstellung der ursprünglichen Gleichgewichtsverhältnisse in einem eine Zeit lang einer Torsion unterworfenen und hierauf wieder detordirten Drahte. Im vorliegenden Falle wird die Nachwirkung sich in folgender Weise äussern. Wenn man den vorher im Gleichgewichtszustande befindlichen Wangebalken einseitig belastet und sodann durch Torsion des Drahtes in seine horizontale Lage zurückbringt, hierauf aber die Belastung entfernt und durch Detorsion des Drahtes aufs Neue die horizontale Lage des Balkens herstellt, so wird die Grösse der Torsion und der Detorsion nicht genau übereinstimmen, der Winkel der Detorsion vielmehr den der Torsion im Allgemeinen um einen gewissen Betrag überschreiten. Die erst allmählich verschwindende Nachwirkung ist abhängig von der Grösse der ursprünglichen Torsion, von der Zeit, welche diese angedauert hat, und von der Zeit, welche seit ihrem Aufhören verlossen ist, endlich aber von der Besonderheit und der Temperatur des tordirten Drahtes. Sie kann unter gewissen Umständen bei Benutzung von Drähten aus Glas oder Metall bis zu mehreren Procenten des Betrages der ursprünglichen Torsion ansteigen. So hohe Beträge dürfte sie allerdings bei einer sachgemäss behandelten Ritchie'schen Torsionswaage nicht erreichen, indessen wird auch hier ihr Einfluss immer noch so erheblich werden können, dass bei ausschliesslicher Verwendung der Torsion zur Ermittlung des Gewichts von Körpern, wie der eine Vorschlag von Ritchie und Muncke sie will, die für wissenschaftliche Wägungen irgend welcher Art erforderliche Genauigkeit sich keineswegs verbürgen liesse. Es ist zudem auch nicht möglich, etwa durch besondere Versuche den Einfluss der Nachwirkung bei der Torsionswaage für sich zu ermitteln und in Rechnung zu setzen, da es sich hier nicht um die Nachwirkung einer einzigen Torsion, sondern um die aller vorangegangenen Torsionen handelt, welche überdies ihrer Zahl und Dauer nach kaum zu fixiren sind.

Für Abschätzung des Maximalfehlers, den die Nachwirkung verursachen könnte, lassen sich auf Grund der umfangreichen Arbeiten Kohlrausch's über elastische Nachwirkung (Pogg. Ann. Bd. 119, 1863. S. 337 u. Bd. 128, 1866, S. 1 u. ff.) etwa die folgenden Anhaltspunkte feststellen. Wenn ein vorher nicht tordirter Draht  $t$  Minuten lang um den Winkel  $\varphi$  tordirt worden ist und hierauf plötzlich detordirt wird, so beträgt, wenn  $t$  Minuten nach der Detorsion verlossen sind, nach Kohl-

rausch die Elongation  $x$  des Waagebalkens von seiner endlichen Ruhelage annähert:

$$x = K \cdot \varphi \cdot t^p \cdot \frac{1}{t^\alpha},$$

worin die Constanten  $K$ ,  $p$  und  $\alpha$  von der Drahtsorte und der Temperatur abhängen. Kohlrausch fand bei  $12,5^\circ \text{C}$  für einen Silberdraht von 125 mm Länge und 0,046 mm Dicke  $K = 0,001$ ,  $p = 0,587$ ,  $\alpha = 0,3875$ . Da man nun bei der Torsionswaage annehmen darf, dass die erste Torsion, welche z. B. der Belastung mit einem Gewichtsstücke bekannter Grösse entsprochen haben mag, höchstens 1 Minute lang ange dauert hat und andererseits zwischen dieser Torsion und der zweiten, welche zur Ermittlung des Gewichts eines beliebigen Körpers erforderlich war, wiederum wenigstens 1 Minute verlossen ist, so würde bei Benutzung eines mit dem Kohlrausch'schen durchaus identischen Silberdrahtes die bei der zweiten Torsion noch vorhandene Nachwirkung der ersten Torsion jedenfalls kleiner als  $0,001 \varphi$  anzusetzen sein. Der Maximalwerth der Nachwirkung wird sich bei Verwendung anderer Drähte vermuthlich noch verringern lassen; wenigstens hat sich bei umfangreichen Versuchen, welche vor längerer Zeit an der hiesigen Sternwarte mit verschiedenen Drähten aus Silber, Neusilber, Messing und Aluminiumbronze angestellt worden sind, die Nachwirkung bei einem Draht aus Aluminiumbronze als weitaus die geringste erwiesen. Bei diesen Versuchen wurden 7 m lange Drähte lange Zeit hindurch Torsionen bis zu  $180$  und  $360^\circ$  unterworfen. Während nun bei Silberdrähten zum Theil noch nach vielen Wochen eine Nachwirkung beobachtet wurde, hatte der Aluminiumbronzedraht durchweg nach höchstens 24 Stunden seine ursprüngliche Ruhelage wieder erreicht.

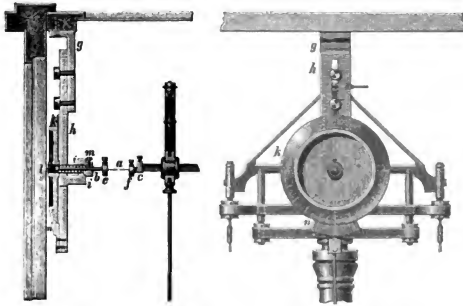
Nach diesen Erfahrungen ist es nicht unwahrscheinlich, dass bei Verwendung von Drähten aus Aluminiumbronze der Maximalwerth des Einflusses der Nachwirkung auf einige Zehntausendstel der grössten Torsion, welche der Draht erfährt, sich wird einschränken lassen.

Wenn nach alledem zwar der Vorschlag, das Gewicht eines Körpers unter ausschliesslicher Verwendung der Torsion zu ermitteln, als unzuweckmässig anzusehen ist, so verhält es sich doch anders mit dem zweiten Vorschlage Ritchie's, wonach die Torsion bei den in gewöhnlicher Weise nach der Methode der doppelten Wägung ausgeführten Gewichtsermittlungen als Aushülfsmittel zur Bestimmung der letzten Bruchtheile des Gewichts hinzutreten soll. Für diesen Zweck wird es in vielen Fällen schon ausreichen, wenn die Beziehung zwischen der durch Torsion anzuhebenden Belastung und dem Torsionswinkel auch nur innerhalb eines oder sogar nur mehrerer Tausendtheile constant bleibt.

Es ist das Verdienst des bekannten Waagenfabrikanten F. Sartorius in Göttingen, die Ritchie'sche Idee wieder aufgenommen und sie, unter gehöriger Beschränkung ihres Verwendungsgebietes, nicht bloss für die primitive Waage Ritchie's, sondern auch für feinere, zu wissenschaftlichen Zwecken bestimmte Waagen nutzbar gemacht zu haben. S. bringt die Torsionseinrichtung an einer chemischen Analysenwaage an, welche im Uebrigen ganz die diesem Fabrikanten eigenthümliche Construction<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Vgl. „Bericht über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung im Jahre 1876“ S. 234 und 241. Die an jener Stelle von mir angegebenen Construc-

zeigt, nur fällt die sonst übliche Vorrichtung zur Reiterverschiebung weg, da eben die letzte Ausgleichung der Waage anstatt durch Reitergewichtchen durch Torsion des Drahtes bewirkt werden soll. Die nachstehende Figur zeigt die Torsionseinrichtung und ihre Verbindung mit der Waage. Der fein ausgezogene Torsionsdraht *a* ist etwa 100 mm lang, seine Enden sind flach ausgewalzt und stecken in den in der Mitte aufgeschlitzten Stücken *b* bzw. *c*, in welchen sie durch die mit Schrauben versehenen Hülsen *e* und *f* gehalten werden. Das Stück *c* ist mit der Mittelschneide verbunden und zwar so, dass der Draht *a* genau in der Verlängerung der Schneidenkante liegt. Das Stück *b* verschiebt sich mit seiner stiftförmigen Fortsetzung in der hohlen Axe *i*; es kann durch die Schraube *m* festgeklemmt und auf diese Weise mit dem um die Axe *i* drehbaren Theilkreis *k* fest verbunden werden. Die Axe *i*



und der Theilkreis ruhen auf einem Träger *h*, der auf ein am Umschlusskasten befestigtes Winkelstück *g* aufgeschraubt ist; *h* trägt zugleich an seinem unteren Ende den feststehenden Nonius *n*. Durch Drehung des Theilkreises wird der Draht *a* tordirt, die Grösse der Torsion wird an der Theilung mit Hülfe des Nonius ermittelt. Um die Spannung von *a* variiren zu können, ist in den vorderen Theil der Axe *i* ein Gewinde eingeschnitten, und in diesem kann eine Schraube *l*, gegen welche das den Draht *a* haltende Stück *b* durch eine Spiralfeder continuirlich ange-drückt wird, beliebig verschoben werden. Die Drehung des Theilkreises wird durch eine sehr zweckmässige in der Figur weggelassene Einrichtung vermittelt. Ein

tionsdetails sind indessen, wie Herr S. mir mittheilt, dahin zu berichtigen, dass sein Balken nicht aus Stahl, sondern aus einer eigenthümlichen Aluminiumlegirung hergestellt ist, welche sich vorzüglich giessen lässt und dem Balken bei grösster Leichtigkeit (spec. Gew. 2,9) bedeutende Festigkeit sichert. Ausserdem hebt Herr S. noch hervor, dass er von Anbringung besonderer Justirvorrichtungen für die Endschneiden am Balken absichtlich Abstand genommen habe, da er Einrichtungen besitze, um die Schneiden ohne solche Vorrichtungen mit genügender Sicherheit zu justiren. Auf den einen Vorzug des Sartorius'schen Balkens vor dem Bunge'schen, die Herstellung aus einem Stück wird bereits a. a. O. hingewiesen; die dortigen Ausführungen sind endlich noch dahin zu ergänzen, dass S. auch den bedenklichsten Mangel der Bunge'schen Construction, dass nämlich das Mittellager auf einer beweglichen Unterlage ruht, vollständig beseitigt hat.

Schnurlauf verbindet nämlich den Umfang von  $k$  mit einem unterhalb des Waagekastens liegenden kleinen Rade, welches auf eine die Arretirungsaxe umschliessende, jedoch von ihr ganz unabhängige Hülse fest aufgesteckt ist. Die letztere kann durch einen unmittelbar hinter dem Arretirungsknopf liegenden zweiten Knopf gedreht werden.

Die Torsion des Drahtes soll sowohl nach der einen als auch nach der anderen Seite hin erfolgen können, wesshalb der Kreis  $k$  eine Theilung von im Ganzen  $180^\circ$  trägt. Je  $90^\circ$  sind in 50 Theile getheilt. Der Gewichtswerth der Theilung wird mit Hülfe eines 10 mg-Stückes von bekanntem Werthe ermittelt.

Bei Abwägungen mit dieser Waage hat man das Gewicht des zu wägenden Körpers bis auf Centigramme hinab durch bekannte Gewichtsstücke zu bestimmen und erhält durch Torsion des Drahtes den genauen Werth bis auf Zehnthelle und halbe Zehnthelle des Milligramm. Sartorius benutzt zur Zeit einen Torsionsdraht aus Gold; die oben gegebenen Erörterungen machen es wahrscheinlich, dass eine noch weitergehende Genauigkeit — ev. bei Benutzung eines Drahtes aus Aluminiumbronze — erreicht werden kann. Vielleicht werden sogar fernere Versuche noch erweisen, dass die S.'sche Einrichtung nicht bloss bei laufenden Laboratoriumsarbeiten, sondern auch bei feineren wissenschaftlichen Wägungen zweckmässige Verwendung finden kann. Jedoch müsste für diesen Fall die Lagerung des Theilkreises unbedingt geändert werden, es wäre nicht zulässig, denselben, wie es jetzt geschieht, mit dem Waagekasten zu verbinden. Uebrigens findet sich dieser Uebelstand nicht bei einer früheren Einrichtung der S.'schen Waage aus dem Jahre 1875.

Dort ist der Träger der Theilscheibe und des vorderen Fixpunktes des Torsionsdrahtes mit dem Waagenstativ fest verbunden. Die übrigen Einzelheiten dieser älteren Construction stehen dagegen den jetzigen nach. Dort ist nicht der Theilkreis sondern der Nonius drehbar; im Centrum des ersteren findet die durchbohrte Drehaxe des letzteren Lagerung. In diese Axe wird der Torsionsdraht fest eingelegt. Die Drehung des Nonius und des Drahtes bewirkt ein kleines Zahnradgetriebe, das mittels eines aus dem Waagekasten etwa in der Höhe der Mittelschneide heraustretenden Knopfes bewegt werden kann.

Es mag schliesslich noch darauf hingewiesen werden, dass Ritchie, was bei seinem leichten Waagebalken auch durchaus zweckmässig war, die hintere Seite der Mittelschneide — durch Seidenfaden und Messingspirale — mit einer feststehenden Säule verbunden hatte, um während der Torsion jede Verschiebung des Balkens auf seiner Lagerung zu verhindern. Wohl mit Rücksicht auf die ganz andersartigen Massenverhältnisse seiner Waage dürfte Sartorius von der Hinzufügung einer ähnlichen Einrichtung Abstand genommen haben; in der That wird nicht einmal zu befürchten sein, dass der Balken in Folge der mit der Torsion eines Drahtes sonst verbundenen Verkürzung irgend eine noch so minimale Verschiebung erleidet, da das Gewicht des Balkens und seiner Belastung jedenfalls genügt, der kleinen Zugcomponente entgegenzuwirken und eine Verschiebung des Balkens zu verhindern.

# Ueber die Compensation eines Secundenpendels für Temperatur und Luftdruck mittels eines Quecksilbercylinders und eines Krueger'schen Manometers.

Von

Prof. Dr. J. A. C. Oudemans in Utrecht.

1. Unter den verschiedenen Vorrichtungen, welche vorgeschlagen worden sind, um den Einfluss der Schwankungen des atmosphärischen Luftdrucks auf den Gang eines Pendels zu vernichten, ist gewiss die Krueger'sche eine der einfachsten. Prof. Krueger, (jetzt in Kiel, damals in Helsingfors) schlug nämlich im März 1864 vor, (Astr. Nachr. No. 1482), eine nicht luftleere heberförmige Röhre an die Pendelstange zu befestigen; die Weite der Röhre, die Längen der Schenkel und die Höhe des mit Luft gefüllten Theiles der Röhre können nach Willkür angenommen werden; der Ort wo die Röhre anzubringen ist, lässt sich dann, wie Prof. Krueger gezeigt hat, auf folgende Weise feststellen.

Zur Unterscheidung vom Barometer werden wir diesen Apparat lieber *Manometer* nennen. Es sei nun nach Prof. Krueger's Bezeichnungsweise

$y$  der Höhenunterschied des Quecksilbers in beiden Schenkeln des Manometers,  $\lambda$  die Länge des mit verdünnter Luft gefüllten Theiles der Röhre,

$h$  den Barometerstand,

$z$  das Gewicht einer Längeneinheit (siehe unten, § 4) Quecksilber in der Röhre des Manometers,

$V$  das Trägheitsmoment des ganzen Pendels,

$l$  die Länge des einfachen Secundenpendels,

$\mu$  die tägliche Retardation der Uhr, welche dem Steigen des Barometerstandes um ein Millimeter entspricht. Diese Retardation muss aus der Erfahrung, am liebsten an eben demselben Pendel, welches man compensiren will, abgeleitet werden. Will man aber gleich bei der Verfertigung des Pendels das Krueger'sche Manometer anbringen, so ist man wohl gezwungen, einen Mittelwerth aus verschiedenen Werthen zu nehmen, welche für Pendel ähnlicher Construction gefunden sind.

Nennen wir den Punkt, der in der Axe des Pendels, um  $\frac{1}{2} l$ , von der Drehungsaxe entfernt ist, den Punkt  $\frac{1}{2} l$ ; nennen wir weiter die Quecksilbersäule, welche sich im geschlossenen Schenkel des Manometers oberhalb der Kuppe im offenen Schenkel befindet, die wirksame Quecksilbersäule, so findet Prof. Krueger für die Entfernung, welche man der Mitte der wirksamen Quecksilbersäule unterhalb des Punktes  $\frac{1}{2} l$  geben muss, damit die Barometer-Compensation stattfindet, eine einfache Formel. Nennt man nämlich diese Entfernung ( $\xi$ ), und setzt man den für dasselbe Manometer constanten Factor

$$\frac{\mu}{86,4} \cdot \frac{2\lambda - h - y}{\lambda y z} = a,$$

so ist

$$(\xi) = aV \dots \dots \dots (5)$$

2. Durch die Zufügung dieses Manometers wird aber der Gang des Pendels beschleunigt, und nun muss berechnet werden, wieviel das ganze Untergestell, d. h.

Bügel, Quecksilbergefäß, Quecksilber und Deckglas herabsinken müssen, damit die Oscillationszeit dieselbe ist wie früher.

Das Anbringen des Manometers und dieses Herabsinkens des Untergestelles verursacht eine Vergrößerung von  $V$ ; dadurch erleidet ( $\xi$ ) noch eine kleine Vermehrung, und dem entsprechend auch das Maass des genannten Herabsinkens.

Auch wird, wie schon Prof. Krueger bemerkt, die Wärmecompensation gestört, es muss also berechnet werden, wieviel Quecksilber wieder hinzugefügt werden muss, um die Compensation wieder herzustellen. Diese Vergrößerung der Quantität Quecksilber bedingt ein neues Herabsinken des Untergestelles, wenn der richtige Gang der Uhr erhalten bleiben soll.

Nun ist aber das Trägheitsmoment  $V$  des ganzen Pendels ansehnlich vermehrt, es muss also eine zweite Näherung des Werthes ( $\xi$ ) berechnet werden. Hiermit ist eine zweite Näherung der zugefügten Quantität Quecksilber und des Sinkens des Untergestelles verbunden, welche Näherungen sich wohl meistens, selbst für eine scharfe Rechnung, als hinreichend zeigen werden.

Wird nun, auf Grund von längere Zeit hindurch fortgesetzten Zeitbestimmungen, gefunden, die Uhr gehe bei mittlerer Temperatur  $dn$  Secunden vor, und ihre Wärmecompensation sei unzureichend, so dass ein Steigen der Temperatur um  $1^\circ C$  eine Retardation von  $\psi$  Secunden verursacht, so kann erstens berechnet werden, wieviel Quecksilber hinzugefügt werden muss, und zweitens, wie weit das Untergestell herabsinken muss, damit in beiden Hinsichten das Fehlende ergänzt werde; das Problem führt nämlich zu zwei lineären Gleichungen mit zwei Unbekannten<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Die Gleichungen, von denen hier die Rede ist, sind die folgenden:

$$43200 \frac{O_{11}}{M} x + 43200 \frac{A(A-l) + \frac{1}{4} \rho_1^2}{M} Q = dn,$$

$$43200 \frac{\frac{2dM_{11}}{1^\circ C} + O_{11}}{V} x + 43200 \frac{(2A-l) \frac{dA}{1^\circ C} - O_2 \frac{k}{Z} + \frac{1}{4} \rho_1^2 g - \frac{2}{Z} G_2 U_2}{V} Q = \psi,$$

wo die Buchstaben dieselbe Bedeutung wie im Texte (weiter unten, vgl. auch d. Beispiel) haben.

Für den End-Zustand unseres Pendels finden wir z. B.:

$$42146 x - 0,55219 Q = dn,$$

$$0,300245 x - 0,00012188 Q = \psi,$$

und hieraus

$$x = 0,000024518 dn - 0,11108 \psi,$$

$$Q = 0,06040 dn - 8478,6 \psi.$$

Prüfen wir diese Formeln, bei denen jedoch keine Ortsveränderung des Manometers in Rechnung gezogen ist, an dem in IV gefundenen

$$K = 0,0000008707,$$

indem wir setzen

$$\psi = 43200 K = 0,037614,$$

so finden wir

$$x = -0,004178 \quad Q = -318,92,$$

welche Werthe von den gefundenen nicht weit entfernt sind.

Ist ein kleiner Gang zu corrigiren, z. B.  $dn = 1''$ , so ist offenbar die hinzuzufügende Quantität Quecksilber zu gering, um praktisch von Bedeutung zu sein; setzt man statt dessen lieber  $Q = 0$ , d. h. giesst man kein Quecksilber hinzu, sondern corrigirt man den Gang bloss mittels der Regulirschraube, so erhält man für unser Pendel

$$42146 x = dn,$$

$$x = 0,00002373 dn,$$

3. Nachdem während eines vollen Jahres der Gang der Hohwü'schen Normaluhr der Utrechter Sternwarte beobachtet worden war, stellte ich mir die Aufgabe, auf die oben erörterte Weise die Compensation für den Luftdruck an derselben herzustellen. Als jedoch alle Theile des Pendels gemessen und abgewogen waren, zerbrach der gläserne Quecksilbercylinder, und musste durch einen anderen ersetzt werden, der weder dieselbe Weite, noch dasselbe Gewicht hatte wie der vorige. Hierdurch wurden von einer Anzahl Pendelstücken die statischen und Trägheitsmomente, welche auf die Theorie des Pendels Einfluss haben, verändert, und so entstand für mich die Nothwendigkeit, das Problem ab ovo zu lösen. Aus der Erfahrung während des früheren Zustandes des Pendels konnte aber der Ausdehnungscoefficient der Stahlstange, d. h. diejenige Grösse abgeleitet werden, auf deren Kenntnis es bei der Construction des Pendels am meisten ankommt; denn die Ausdehnung des Quecksilbers ist genau bekannt, und die Ausdehnungen des Glases und Messings haben nur einen geringen Einfluss.

Das Problem war also das folgende: Es sei gegeben ein für Quecksilber-Compensation eingerichtetes Pendel, es ist zu berechnen:

- 1° Wieviel Quecksilber der Cylinder enthalten muss;
- 2° wie gross die Entfernung des Bodens, auf welchem der Cylinder steht, vom Aufhängepunkte sein muss,
- 3° wo das (gegebene) Manometer angebracht werden muss, damit die Oscillationszeit einer Secunde gleich, und vollkommen vom Einflusse des Temperatur- und Luftdruckwechsels unabhängig sei.

Ich habe die Lösung dieses Problems in einer ausführlichen Abhandlung niedergelegt, welche in den Astron. Nachrichten publicirt ist; für diese Zeitschrift werde ich nur die Formeln mittheilen, zu welchen die Lösung führt. Die Nummern der Formeln sind jener Abhandlung entnommen.

Bei dieser Lösung wird einstweilen abgesehen vom indirecten Einflusse der Temperatur, welcher sich z. B. in Verdickung oder Verdünnung des Oels, und der damit möglicherweise verbundenen Veränderlichkeit der Oscillationsweite äussert. Es wird nur die Ausdehnung durch die Wärme in Betracht gezogen, jedoch versteht es sich von selbst, dass wenn man a posteriori den Ausdehnungscoefficienten der Pendelstange aus dem beobachteten Gange der Uhr abgeleitet hat, die gemeinten Einflüsse — so weit sie constant sind — damit vereinigt sind. Während für Stahl in den Handbüchern die Werthe 0,000010 8 bis 0,000012 4 angegeben sind, fand ich für die Stahlstange der Hohwü'schen Uhr (0,000010 035'), also noch weniger

d. h. für  $d n = 1'$ :

$$r = 0,02373 \text{ Millimeter.}$$

Die Höhe einer Schraubenwindung der Regulirschraube unten an der Stahlstange des Pendels ist = 0.475 Millim., und der Rand der als Schraubenmutter dienenden Regulirplatte ist in 20 Theile getheilt, ein Theil dieser Randtheilung entspricht also jetzt sehr genau einer Secunde.

1) Es diene hierzu das folgende Formelsystem:

$$\begin{aligned} M_{01} &= M_0 + M_1 & V_{01} &= V_0 + V_1 & 2 V_{01} - l M_{01} &= S_{01} \\ \rho_2 &= 2 M_2 - l G_2 & \rho_3 &= 2 M_3 - l G_3 & \rho_5 &= 2 M_5 - l G_5 \\ & & 2 (\alpha_1^2 g_1 + \alpha_2^2 g_2 + \alpha_3^2 g_3 + \alpha_4^2 g_4 + \alpha_5^2 g_5) &= c, \\ & & 4 \alpha_3^2 g_3 m + \frac{dT_2}{1^\circ C} + \frac{dT_3}{1^\circ C} &= f, \end{aligned}$$



als der kleinste Werth aus den Handbüchern. Wahrscheinlich ist hier ein secundärer Einfluss wirksam, z. B. dass durch grössere Wärme das Oel flüssiger wird, und etwas weniger Reibung entsteht, wodurch das Pendel leichter schwingt.

4. Betrachten wir nun die verschiedenen Stücke des Pendels und ebenso die statischen und Trägheitsmomente jener Stücke in Beziehung zur Drehungsaxe. Wir werden die Trägheitsmomente der Stücke — ausgenommen der Stahlstange — in zwei Theile theilen, in das Gewicht des Stückes, multiplicirt mit der zweiten Potenz der Entfernung seines Schwerpunktes von der Drehungsaxe, und in das Trägheitsmoment desselben Stückes in Bezug auf eine Axe, welche man sich durch seinen Schwerpunkt, der Drehungsaxe parallel, gezogen denkt. Wir werden diesen letzten Theil das eigene Trägheitsmoment des Stückes nennen.

Der erste Theil ändert sich, wenn das Stück, wozu es gehört, steigt oder sinkt, der zweite ist davon unabhängig. Nur bei dem Trägheitsmoment des Quecksilbers sind beide Theile veränderlich; sobald nämlich die Quantität Quecksilber vermehrt oder vermindert wird, ändert sich auch der zweite Theil. Beide Theile ändern sich weiter im Allgemeinen durch die Wärmeausdehnung.

Wir nehmen nun die folgenden Bezeichnungen an, und wählen dabei als Gewichtseinheit das Gramm, als Längeneinheit das Meter; das letztere ist deshalb bequem, weil die Länge des Secundenpendels nahe einem Meter gleich ist. Die beigefügte Figur ist in  $\frac{1}{3}$  nat. Gr. nach dem Pendel von Hohwä gezeichnet, das sich auf der Sternwarte zu Utrecht befindet und nach mittlerer Zeit geht.

| Stücke des Pendels<br>(siehe die Figur)                                                         | Gewicht | Abstand des Schwerpunktes zur Drehungsaxe | Statisches Moment | Erster Theil des Trägheitsmomentes | Zweiter Theil, Eigenes Trägheitsmoment. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------|-------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|
| Die Stange $\alpha$ , darunter be-<br>griffen das Schrotknäpfchen,<br>wenn eines vorhanden ist. | $G_0$   | $r_0$                                     | $M_0$             | $V_0$                              | (in $V_0$ begr.)                        |
| Der Bügel, $\beta$                                                                              | $G_1$   | $r_1$                                     | $M_1$             | $V_1$                              | $T_1$                                   |
| Das Quecksilbergefäss, $\gamma$                                                                 | $G_2$   | $r_2$                                     | $M_2$             | $V_2$                              | $T_2$                                   |
| Das Quecksilber, $\delta$                                                                       | $G_3$   | $r_3$                                     | $M_3$             | $V_3$                              | $T_3$                                   |
| Das Manometer mit Klemme, $\epsilon$                                                            | $G_4$   | $r_4$                                     | $M_4$             | $V_4$                              | $T_4$                                   |
| Das Deckgläschen, das auf<br>dem Quecksilber schwimmt, $\zeta$                                  | $G_5$   | $r_5$                                     | $M_5$             | $V_5$                              |                                         |

$$s = -\frac{V}{43200} \frac{dn}{1^\circ C} - f + \left\{ O_2 c + O_3 b + O_4 \left( b + \frac{1}{2} d \right) \right\} g + \left( \frac{1}{2} O_3 + O_4 \right) H k$$

$$S_{01} + (O_2 + O_3 + O_4) B + c$$

Es war bei der Hohwä'schen Pendeluhr, bevor das gläserne Quecksilbergefäss zerbrochen war:

|                  |                                 |                             |
|------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| $M = 5188,20$    | $g = 0,000\ 008$                | $O_2 = 251,71$              |
| $V = 5158,12$    | $H = 0,170$                     | $O_3 = 4422,20$             |
| $B = 1,091\ 782$ | $k = 0,000\ 1655$               | $O_4 = 7,05$                |
| $b = 0,00475$    | $\frac{dn}{1^\circ C} = 0,0293$ | $O_2 + O_3 + O_4 = 4680,96$ |
| $c = 0,0881$     | $f = 0,003\ 524$                |                             |
| $d = 0,002$      | $e = 8,28$                      |                             |

und die Formel gab

$$s = \frac{+ 0,05573\ 14}{5553,92} = 0,000010\ 035.$$

$V_0$  ist also das ganze Trägheitsmoment der Stange in Beziehung zur Drehungsaxe.  $T_5$  wird wegen seines geringen Werthes vernachlässigt. Wir nennen weiter:

$$M = M_0 + M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5,$$

$$V = V_0 + V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + T_1 + T_2 + T_3 + T_4.$$

5. Vorerinnerungen. Befindet sich der Schwerpunkt einer Masse  $G$ , in einem Abstände  $r$  von einer Drehungsaxe, so ist das statische Moment dieser Masse in Bezug auf die Axe gleich  $Gr$ , das Trägheitsmoment gleich  $Gr^2 + T$ , wo  $T$  im oben genannten Sinne genommen wird, also  $T = \sum .m_i r_i^2$ , d. h. die Summe der Producte aus der Masse jedes Molecüls und dem Quadrat seiner Entfernung von einer Axe, welche, der vorigen parallel, durch den Schwerpunkt gezogen gedacht wird.

Ferner ist die Länge eines einfachen Pendels, welches in derselben Zeit schwingt, wie ein zusammengesetztes Pendel, dessen statisches Moment =  $M$  und dessen Trägheitsmoment =  $V$  ist, beide bezogen auf der Drehungsaxe,

$$l = \frac{V}{M} \dots \dots (6)$$

Endlich erinnern wir uns, dass in der Statik bewiesen wird, dass das Trägheitsmoment eines massiven, rechteckigen, kreisförmigen Cylinders, bezogen auf eine, senkrecht auf seine Axe durch seinen Schwerpunkt gezogene Linie gleich  $G (\frac{1}{4} \varrho^2 + \frac{1}{12} h^2)$  ist, wo  $G$  das Gewicht des Cylinders,  $\varrho$  den Radius des kreisförmigen Durchschnits, und  $h$  die Höhe bezeichnet.

6. In Bezug auf die Berechnung der oben angeführten Grössen ist Folgendes zu beachten.

Die Stange. Diese besteht erstens aus der eigentlichen Stahlstange, d. h. einem stählernen Cylinder, zweitens der Hülse, welche die Aufhängefeder fasst, drittens dem Schrotknäpfchen,

wenn ein solches vorhanden ist (beim Hohwü'schen Pendel ist es am Punkte  $l$  angebracht), und viertens der Regulirschraube.

Es ist hinreichend genau, wenn man die ganze Stange wägt und praktisch die Lage ihres Schwerpunktes bestimmt; liegt dieser Punkt in einer Entfernung  $r_0$  von der Drehungsaxe, so ist

$$M_0 = G_0 r_0,$$

$$V_0 = G_0 (r_0^2 + \frac{1}{4} \varrho_0^2 + \frac{1}{12} h_0^2),$$

wo  $\varrho_0$  den Radius des kreisförmigen Durchschnits und  $h_0$  die Höhe der Stange bedeutet. Bei der Messung der Höhe der Stange kann man ihr statt der Regulir-



(1) DAL (Gr.)



so hat man, um  $H$  zu finden, die folgenden Formeln zu berechnen:

$$\left. \begin{aligned} t &= B_1 - \frac{1}{2} l - \frac{G_5}{Z} \\ u &= B'(B' - l) + \frac{1}{2} \varrho_1^2 - (2B' - l) \frac{G_5}{Z} \\ v &= \frac{lM' - V' - B''(B' - l) G_5}{Z} \\ w^2 &= t^2 - u \\ \sin 3p &= \frac{t^2 - \frac{3}{2} (tu - v)}{w^3} \\ H &= t - 2w \sin p. \end{aligned} \right\} \dots \dots (A)$$

Sobald  $H$  bekannt ist, berechne man

$$\left. \begin{aligned} G_3 &= HZ \\ M_3 &= G_3 r_3 = HZ (B' - \frac{1}{2} H) \\ V_3 &= G_3 r_3^2 = HZ (B' - \frac{1}{2} H)^2 \\ T_3 &= HZ (\frac{1}{2} \varrho_1^2 + \frac{1}{15} H^2) \\ V &= V' + V_3 + V_5 + T_3 \end{aligned} \right\} \dots (7) \quad \left. \begin{aligned} M_5 &= G_5 (B' - H) \\ V_5 &= G_5 (B' - H)^2 \end{aligned} \right\} \dots (8)$$

und für die vorläufige Stelle des Manometers

$$(\xi) = aV.$$

10. Man bestimme nun so gut wie möglich den Schwerpunkt des Manometers, und denke sich das letztere in diesem Punkte an die Stange befestigt, aber so, wie dies die ausgeführte Rechnung ergeben hat.

Für die Utrechter Uhr hat Herr Mechanikus Olland zu diesem Zweck eine doppelte Klemme verfertigt, welche in der Figur sichtbar ist und sowohl die Stange als das Manometer umfasst.

Gesetzt der Schwerpunkt des Manometers befindet sich  $\chi$  Meter unter der Mitte der wirksamen Quecksilbersäule, so ist

$$(r_4) = \frac{1}{2} l + (\xi) + \chi \dots \dots \dots (11)$$

$$(M_4) = G_4 (r_4) \dots \dots \dots (12)$$

$$(V_4) = G_4 (r_4)^2 \dots \dots \dots (13)$$

In Betreff von  $T_4$  gilt das oben Gesagte. Die Klammern deuten hier an, dass die Grössen  $r_4$ ,  $M_4$ ,  $V_4$  und  $\xi$  nicht ihren definitiven Werth haben, sondern noch Aenderungen erleiden müssen.

11. Sobald man aber das Manometer angebracht hat, ist die Schwingungszeit nicht mehr einer Secunde gleich. Es fragt sich also nun: wieviel muss das Untergestell herabsinken, damit diese Zeit wieder ihren vorigen Werth erhält?

Man setze der Kürze wegen

$$\left. \begin{aligned} G_1 + G_2 + G_3 + G_5 &= G_{11} \\ M_1 + M_2 + M_3 + M_5 &= M_{11} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (14)$$

Setzen wir nun, das Untergestell müsse  $(x_1)$  Meter herabsinken, so wird gefunden:

$$(x_1) = \frac{lM_{11} - (V_4 + T_4)}{2M_{11} - lG_{11}} - \frac{G_{11}}{2M_{11} - lG_{11}} \left( \frac{lM_{11} - (V_4 + T_4)}{2M_{11} - lG_{11}} \right)^2 \dots \dots (18)$$

Praktisch ist das letzte Glied von keiner Bedeutung; in dem unten beigefügten

Beispiel ist es, wie mehrere dergleichen, lediglich zu dem Zweck mit aufgenommen, damit die am Schluss anzustellende Probe stimmt.

12. Das Anbringen des Manometers und das dadurch geforderte Sinken des Untergestelles hat  $V$  vergrößert und zwar um

$$\mathcal{A}_0 V = V_4 + 2 M_{11}(x_1) + G_{11}(x_1)^2 + T_4;$$

in Folge dessen muss  $(\xi)$  grösser genommen werden. Nennen wir die Zunahme von  $(\xi) \dots \mathcal{A}_0(\xi)$ , so ist

$$\mathcal{A}_0(\xi) = a \mathcal{A}_0 V. \dots \dots \dots (19)$$

Dem entsprechend wird

$$\mathcal{A}_0(M_4) = G_4 \mathcal{A}_0(\xi), \quad \mathcal{A}_0(V_4) = 2(M_4) \mathcal{A}_0(\xi), \dots \dots (20)$$

und weiter

$$(M_4) + \mathcal{A}_0(M_4) = M_4, \quad (V_4) + \mathcal{A}_0(V_4) = V_4.$$

Setzt man nun

$$G_{11} + G_4 = G_{15}, \quad M_{11} + G_{11}(x_1) + M_4 = M_{15}, \dots \dots (21)$$

so ist, der Formel (18) gemäss

$$\mathcal{A}_0(x) = \frac{l G_4 - 2(M_4)}{2 M_{15} - l G_{15}} \cdot \mathcal{A}_0(\xi) \dots \dots \dots (22)$$

Setzen wir weiter

$$(\xi) + \mathcal{A}_0(\xi) = \xi \dots (23), \quad x_1 + \mathcal{A}_0(x_1) = x_1, \dots (24),$$

so giebt  $x_1$  das totale Sinken des Untergestelles, und  $\xi$  den Ort an, wo das Manometer angebracht werden muss.

Dem  $\mathcal{A}_0 V$  kommt nun noch das Glied  $2 M_{11} \mathcal{A}(x_1)$  hinzu.

Es verdient Aufmerksamkeit, dass das Sinken des Manometers ein Steigen des Untergestelles bedingt, wie aus der Formel (22) erhellt, wo  $l G_4 < 2(M_4)$  ist.

13. Die dritte Frage, welche wir zu beantworten haben, ist: vorausgesetzt, dass die Oscillationszeit bei mittlerer Temperatur eine Secunde beträgt, wieviel geht die Uhr bei einer Erhöhung der Temperatur von  $1^\circ C$  vor oder nach?

Wir wollen annehmen, das Pendel sei unzureichend compensirt, das einfache Pendel werde also bei steigender Wärme länger und die Uhr gehe nach.

Nennen wir  $\frac{dV}{1^\circ C}$  und  $\frac{dM}{1^\circ C}$  u. s. w. die Aenderungen, welche  $V_1, M_1$ , u. s. w. bei einer Wärme-Erhöhung von  $1^\circ C$  erleiden, und  $n$  die Anzahl Pendelschwingungen in einem mittleren Tage, (also  $n$  sehr nahe = 86400) so findet man für den Einfluss von  $1^\circ C$  auf  $n$ :

$$\frac{dn}{1^\circ C} = -43200 \left\{ \frac{1}{V} \frac{dV}{1^\circ C} - \frac{1}{M} \frac{dM}{1^\circ C} \right\} \dots \dots \dots (29)$$

Für diese geringen Aenderungen hat man einfach, für jedes Pendelstück

$$\frac{dM}{1^\circ C} = G \cdot \frac{dr}{1^\circ C} \quad \frac{dV}{1^\circ C} = 2 M \frac{dr}{1^\circ C} + \frac{dT}{1^\circ C} \dots \dots \dots (30)$$

14. Setzen wir nun bezw. den linearen Ausdehnungscoefficienten von Stahl, Glas und Quecksilber in einer gläsernen Röhre  $s, g$  und  $k$ , den cubischen Ausdehnungscoefficienten von Quecksilber  $\alpha$ , so ist  $k = \alpha - 2g$ , und setzen wir weiter

$$M_0 + M_1 + M_4 = M_{014}, \quad V_0 + V_1 + V_4 = V_{014},$$

$$\frac{dr_2}{1^\circ C} = B s - c_2 g = U_2,$$

$$\frac{d r_3}{1^{\circ}C} = B s - b g - \frac{1}{2} H k = U_3,$$

$$\frac{d r_5}{1^{\circ}C} = B s - (b + \frac{1}{2} d) g - H k = U_5,$$

so haben wir für Stange, Bügel und Manometer:

$$\frac{d r_0}{1^{\circ}C} = r_0 s, \quad \frac{d r_1}{1^{\circ}C} = r_1 s, \quad \frac{d r_4}{1^{\circ}C} = r_4 s,$$

also

$$\frac{d M_{014}}{1^{\circ}C} = M_{014} s, \quad \frac{d V_{014}}{1^{\circ}C} = 2 V_{014} s, \quad \dots \dots \dots (32)$$

und für das ganze Pendel:

$$\frac{d M}{1^{\circ}C} = M_{014} s + G_2 U_2 + G_3 U_3 + G_5 U_5, \quad \dots \dots \dots (33)$$

$$\frac{d V}{1^{\circ}C} = 2 V_{014} s + 2 M_2 U_2 + 2 M_3 U_3 + 2 M_5 U_5 + \frac{d T}{1^{\circ}C} \dots \dots \dots (34)$$

15. Wir müssen also noch den Werth von  $\frac{d T}{1^{\circ}C}$  ableiten. Dieser besteht aus  $\frac{d T_1}{1^{\circ}C}$ ,  $\frac{d T_2}{1^{\circ}C}$ ,  $\frac{d T_3}{1^{\circ}C}$  und  $\frac{d T_4}{1^{\circ}C}$ . Wir werden hier nur die Formeln für  $\frac{d T_1}{1^{\circ}C}$  und  $\frac{d T_3}{1^{\circ}C}$  angeben; im unten zu gebenden Beispiele sind aber  $\frac{d T_2}{1^{\circ}C}$  und  $\frac{d T_4}{1^{\circ}C}$  auch berücksichtigt.

Setzt man noch den Ausdehnungscoefficient des Messings =  $m$ , so hat man (siehe § 7):

$$\frac{d T_1}{1^{\circ}C} = 2 (\alpha_1^2 g_1 + \alpha_2^2 g_2 + \alpha_3^2 g_3 + \alpha_4^2 g_4 + \alpha_6^2 g_6) s + 4 \alpha_3^2 g_3 m;$$

weiter ist

$$\frac{d T_3}{1^{\circ}C} = G_3 (\frac{1}{2} \varrho^2 g + \frac{1}{2} H^2 k).$$

16. Für einen bestimmten Zustand des Pendels sind diese Ausdehnungen, ebenso wie  $T_1$ ,  $T_3$ , u. s. w., von einem Steigen oder Fallen des Untergestelles unabhängig. Wird die Quantität Quecksilber vermehrt, so nimmt  $\frac{d T_3}{1^{\circ}C}$  zu; auf diese Zunahme wird aber unten besondere Rücksicht genommen werden.

17. Substituirt man die Werthe von  $\frac{d M}{1^{\circ}C}$  und  $\frac{d V}{1^{\circ}C}$  aus den Gleichungen (33) und (34) in die Gleichung (29), so findet man das Gesuchte. Nur muss noch in die Rechnung aufgenommen werden, wieviel die Uhr, durch die Ausdehnung der Luft im Manometer, bei einem Steigen der Temperatur von  $1^{\circ}C$  nachgeht. Man findet hierfür den einfachen Ausdruck  $86400 \theta \gamma (h - y)$ , welcher mit jenem aus (29) combinirt werden muss. Im Ganzen ist demnach:

$$\frac{d n}{1^{\circ}C} = 43200 \left\{ \frac{1}{M} \frac{d M}{1^{\circ}C} - \frac{1}{V} \frac{d V}{1^{\circ}C} - 2 \theta \gamma (h - y) \right\} \dots \dots \dots (37)$$

Ist also die Uhr für Temperaturänderungen völlig compensirt, so muss dieser Ausdruck Null sein; ist sie unzureichend compensirt, so muss das Pendel Aenderungen unterzogen werden, wodurch es zu Null gemacht wird. Ist der Werth des

in Klammern eingeschlossenen Ausdrucks gleich  $K$ , so müssen die am Pendel anzubringenden Aenderungen (Vermehrung der Quantität Quecksilber im Gefäß, Herabsinken des Bügels und des Manometers), so eingerichtet werden, dass der Ausdruck  $\frac{1}{M} \frac{dM}{1^\circ C} - \frac{1}{V} \frac{dV}{1^\circ C}$  sich um  $-K$ , also dass der Ausdruck  $\frac{1}{V} \frac{dV}{1^\circ C} - \frac{1}{M} \frac{dM}{1^\circ C}$  sich um  $+K$  ändert.

Dabei darf aber die Schwingungszeit sich nicht ändern; die vierte Frage ist also: wieviel Quecksilber muss hinzugefügt werden, wieviel muss das Untergestell, und wieviel muss das Manometer herabsinken, damit die Schwingungszeit unverändert bleibt, und die ganze Compensation richtig ist?

18. Nehmen wir an, es müssen  $Q$  Gramm Quecksilber hinzugefügt werden, und das Untergestell müsse um  $x_2$  Meter sinken. Es sei die Höhe der beigefügten Quecksilbersäule gleich  $q$ , so ist

$$q = \frac{Q}{Z} \dots \dots \dots (41)$$

Das Deckgläschen sinkt also nur um  $\Delta r_3 = x_2 - q$  herab. Man setze noch der Kürze halber

$$A = B - b - H, \dots \dots \dots (43)$$

so ist  $A$  die Entfernung der Oberfläche des Quecksilbers von der Drehungsaxe, vor dem Hinzugießen der neuen Quantität Quecksilber.

Die Zunahmen des statischen und des Trägheitsmoments werden nun durch die nachfolgenden völlig strengen Formeln ausgedrückt:

$$\Delta M = G_{11} x_2 + Q (A + x_2 - \frac{1}{2} q) - G_5 q \dots \dots \dots (44)$$

$$\Delta V = 2 M_{11} x_2 + G_{11} x_1^2 + Q \left\{ (A + x_2 - \frac{1}{2} q)^2 + \frac{1}{4} q^2 + \frac{1}{3} q^3 \right\} - 2 (M_5 + G_5 x_2) q + G_5 q^2 (45)$$

19. Jede Aenderung ( $\Delta V$ ) von  $V$  bedingt auch eine Aenderung ( $\Delta \xi$ ) von  $\xi$ ; es ist offenbar jedesmal

$$\Delta \xi = a \Delta V \dots \dots \dots (50)$$

In Folge dieser Ortsveränderung des Manometers erleiden  $M$  und  $V$  wieder Aenderungen, welche wieder auf  $\xi$  zurückwirken; wird hiervon gehörig Rechenschaft genommen, so findet man für die totalen Aenderungen die folgenden Ausdrücke. Es sei

$$F = 1 - 2 a M_4, \dots \dots \dots (51)$$

$$E = \frac{1 - 2 a M_4}{1 - a l G_4}, \dots \dots \dots (61)$$

so ist

die totale Ortsveränderung des Manometers  $\Delta_b \xi = \frac{a \Delta V}{F}, \dots \dots (52)$

" " Vermehrung von  $V$ :  $\Delta' V = \frac{1}{F} \Delta V, \dots \dots \dots (57)$

" " " "  $M$ :  $\Delta' M = \frac{E}{F} \Delta M. \dots \dots \dots (63)$

20. Es war früher  $\frac{V}{M} = l$ ; indem nun auch  $\frac{V + \Delta' V}{M + \Delta' M} = l$  sein muss, so muss auch nothwendig  $\frac{\Delta' V}{\Delta' M} = l$  sein. Aus (57) und (63) folgt aber

$$\frac{\Delta' V}{\Delta' M} = \frac{1}{E} \frac{\Delta V}{\Delta M},$$





$$\frac{d A'}{1^{\circ} C} = \frac{d A}{1^{\circ} C} + x_2 s - \frac{1}{2} q k, \quad \dots \dots \dots (83)$$

$$A V = 2 M_{11} x_2 + Q A'^2 + G_{11} x_2^2 + \frac{1}{2} Q \varrho_1^2 - 2 M_5 q. \quad \dots \dots \dots (85)$$

(Die letzten drei Glieder in  $A V$  sind sehr klein, ferner drei andere Glieder,  $\frac{1}{2} Q q^2$ ,  $-2 G_5 x_2 q$  und  $G_5 q^2$  fast immer unmerklich.)

$$A' V = \frac{1}{F} A V,$$

$$A' \xi = a A' V,$$

$$A M = Q A' + G_{11} x_2 - G_5 q \text{ (das letzte Glied sehr klein),}$$

$$A M = \frac{E}{F} A M,$$

$$R_{11} = O_{11} + 2 G_{11} x_2 - 2 G_5 q, \quad \dots \dots \dots (86)$$

$$R_5 = O_5 + 2 G_5 (x_2 - q), \quad \dots \dots \dots (88)$$

$$R_4 = 4 M_4 - l G_4 + 2 G_4 A' \xi, \quad \dots \dots \dots (90)$$

$$Q = \frac{K(V + A' V) + \frac{A' V}{V} \cdot \frac{d V}{1^{\circ} C} - l \frac{A' M}{M} \cdot \frac{d M}{1^{\circ} C} - R_4 \cdot A' \xi s}{2 \frac{d M_{11}}{1^{\circ} C} P' + R_{11} P' s + (2 A' - l) \frac{d A'}{1^{\circ} C} - R_5 \frac{k}{Z} + \frac{1}{2} \varrho_1^2 g - \frac{2}{Z} G_5 U_5 + \frac{1}{2} q^2 k}, \quad (92)$$

wo immer für  $P'$  der letzte Werth von  $P$  genommen werden muss.

Wieviel Näherungen man zu machen hat, hängt natürlich von dem Grade der Genauigkeit ab, welche man zu erreichen wünscht. Für die Praxis werden zwei Näherungen, also eine nach den Formeln (82) bis (91), und eine nach den Formeln (70) bis (92) vollkommen hinreichen. In dem unten beigegebenen Beispiel ist die Rechnung weiter getrieben, und sind im Ganzen 4 Näherungen berechnet, beim Anfange der letzten ist ein Kunstgriff (nach Encke) angewandt, um die Rechnung, völlig schliessend zu machen. Dadurch ist auch erreicht, dass die Probe völlig stimmt.

23. Ist die Näherung hinreichend weit fortgesetzt, so ist die ganze Quantität Quecksilber, welche ins Gefäss gegossen werden muss:

$$= H Z + Q. \quad \dots \dots \dots (94)$$

Die Höhe dieser Säule ist  $= H + q$ ; das Untergestell muss um

$$x = x_1 + x_2. \quad \dots \dots \dots (96)$$

fallen und das Manometer muss in solcher Höhe angebracht werden, dass von der Drehungsaxe entfernt sei

$$\text{die Mitte der wirkenden Quecksilbersäule um } \frac{1}{2} l + \xi + A' \xi, \quad \dots \dots (97)$$

$$\text{der Schwerpunkt des ganzen Manometers um } \frac{1}{2} l + \xi + A' \xi + \chi. \quad \dots (98)$$

24. Hiermit ist das ganze Problem gelöst. Um ein genaues Resultat zu erhalten, müssen die Ausdehnungscoefficienten äussert genau bekannt sein. Dies ist nun zwar mit dem Quecksilber wohl der Fall, auch die Ausdehnungscoefficienten des Glases und des Messings variiren nicht viel und haben überdies nur einen kleinen Einfluss. Von grösserer Wichtigkeit wäre jedoch eine genaue Bestimmung des Ausdehnungscoefficienten der Stahlstange. Eine Methode, diese Bestimmung bequem auszuführen, scheint zur Zeit noch ein Desideratum zu sein, wiewohl ihre Auffindung nach meiner Meinung, wohl nicht zu den Unmöglichkeiten gehört.

## Beispiel:

Für das Pendel der Hohwüschens Uhr der Utrechter Sternwarte wurde gefunden:

|                     |                                        |                   |              |                                         |
|---------------------|----------------------------------------|-------------------|--------------|-----------------------------------------|
| $G_0 = 237,50$      | $M_0 = 103,85$                         | $V_0 = 60,41$     |              |                                         |
| $G_1 = 452,00$      |                                        |                   | $T_1 = 4,38$ | $\frac{dT_1}{1^\circ C} = 0,00009\ 174$ |
| $G_2 = 112,77$      |                                        |                   | $T_2 = 0,40$ | $\frac{dT_2}{1^\circ C} = 0,00000\ 635$ |
| $G_4 = 102,81$      |                                        |                   | $T_4 = 0,25$ | $\frac{dT_4}{1^\circ C} = 0,00004\ 433$ |
| $G_5 = 8,40$        |                                        | $d = 0,002$       |              |                                         |
| $e_1 = 0,024\ 686$  |                                        | $c_1 = 0,119\ 65$ |              |                                         |
| $Z = 25978$         |                                        | $c_2 = 0,085\ 5$  |              |                                         |
| $s = 0,000010\ 035$ |                                        | $b = 0,004\ 1$    |              |                                         |
| $g = 0,000008$      |                                        |                   |              |                                         |
| $k = 0,000165\ 5$   |                                        |                   |              |                                         |
| $l = 0,994\ 2$      | } also $\frac{1}{2}l + \chi = 0,5161.$ |                   |              |                                         |
| $\chi = 0,019\ 0$   |                                        |                   |              |                                         |

Für dasselbe Pendel — zwar mit einem anderen Quecksilbercylinder versehen — war aus früheren durch längere Zeit fortgesetzte Zeitbestimmungen gefunden  $\mu = 0,01334$  pro Millimeter Aenderung des Luftdruckes; wir werden diesen Werth, der mit bei anderen Pendeln gefundenen Werthen sehr gut stimmt, auch in dieser Rechnung annehmen. Es ergibt sich also

$$\theta = \frac{0,01334}{86,4} = 0,00015\ 44.$$

Ferner war:

$$z = 416,43, \quad h = 0,760, \quad y = 0,100, \quad \lambda = 0,102.$$

und für  $\gamma$  wurde angenommen  $0,003665^1$ ). Aus allen diesen Zahlen leitet man ab

$$\log a = \log \frac{\theta(2\lambda + h - y)}{\lambda y z} = 5,49702.$$

Bei Ausführung weitläufiger Rechnungen, an deren Ende zur Controle eine Probe gemacht werden soll, ist es immer wünschenswerth, eine oder zwei Decimalstellen mehr zu nehmen, als eigentlich, vom praktischen Standpunkte aus, nothwendig wäre. Ich habe desshalb auch die Rechnung, deren Details ich nun folgen lassen werde, theils mit sechs, theils mit fünf Decimalstellen durchgeführt.

Anfänglich wurde angenommen  $B = 1,095495$ .

Die Rechnung durchläuft nun die folgenden Stadien:

I. Das Pendel wird zum Secundenpendel gemacht.

<sup>1)</sup> Dieser Ausdehnungscoefficient gilt eigentlich für  $0^\circ C$ . Zu Utrecht ist aber die mittlere Jahrestemperatur sehr nahe  $= 10^\circ C$ , sodass besser hätte genommen werden müssen:

$$\gamma = \frac{0,003665}{1,03665} = 0,0035354.$$

Es wurde nach den Formeln in § 6 und 7 gefunden:

$$\begin{array}{ll} M_0 = 103,85 & V_0 = 60,41 \\ M_1 = 441,082 & V_1 = 430,427 \\ M_2 = 113,897 & V_2 = 115,035 \\ M' = 658,829 & T_1 = 4,38 \\ & T_2 = 0,40 \\ & V' = 610,652 \end{array}$$

weiter durch die Formeln (A), § 9:

$$t = 0,593972, \quad u = 0,105847, \quad v = 0,0016735, \quad H = 0,181039.$$

Es ist nun  $G_3 = HZ = 4702,78$ , und ferner durch die Formeln des § 6:

$$\begin{array}{ll} M' = 658,829 & V' = 610,652 \\ M_3 = 4706,92 & V_3 = 4711,067 \\ M_5 = 7,638 & V_5 = 6,947 \\ M = 5373,387 & T_3 = 13,560 \\ & V = 5342,226 \end{array}$$

Als Probe findet man richtig:  $\log l = \log V - \log M = 9,997474$ .

II. Das Manometer wird angebracht, und das Pendel neu regulirt. Es war  $G_4 = 102,81$ . Man findet weiter

$$\begin{array}{ll} \text{nach Gl. (5) } (\xi) & = a V = 0,167780, \\ \text{'' '' (11) } r_4 & = 0,68388, \text{ also } (M_4) = 70,310, V_4 = 48,083, \\ \text{'' '' (14) } G_{11} & = 5275,95; M_{11} = 5269,537, \\ \text{'' '' (18) } x_1 & = 0,004075 - 0,000017 = 0,004058, \\ \text{'' '' (19) } A_0 (\xi) & = 0,002864, \\ \text{'' '' (20) } A_0 (M_4) & = 0,294, \quad A_0 (V_4) = 0,402, \\ & M_4 = 70,604, \quad V_4 = 48,485, \quad 2 M_4 - l G_4 = 38,994, \\ \text{'' '' (21) } G_{15} & = 5378,76, M_{15} = 5361,551, \quad 2 M_{15} - l G_{15} = 5375,54, \\ \text{'' '' (22) } A_0 (x_1) & = -0,000021, \\ \text{'' '' (24) } x_1 & = (x_1) + A(x_1) = 0,004037. \end{array}$$

III. Gegenwärtiger Zustand des Pendels.  $B = 1,099\ 532$

|                    |                       |                                              |                  |               |
|--------------------|-----------------------|----------------------------------------------|------------------|---------------|
| $G_0 = 237,50$     |                       | $M_0 = 103,85$                               | $V_0 = 60,41$    |               |
| $G_1 = 452,00$     | $r_1 = 0,979\ 882$    | $M_1 = 442,907$                              | $V_1 = 433,996$  | $T_1 = 4,38$  |
| $G_2 = 112,77$     | $r_2 = 1,014\ 032$    | $M_2 = 114,353$                              | $V_2 = 115,957$  | $T_2 = 0,40$  |
| $G_3 = 4702,78$    | $r_3 = 1,004\ 917\ 5$ | $M_3 = 4725,910$                             | $V_3 = 4749,149$ | $T_3 = 13,56$ |
| $G_4 = 102,81$     | $r_4 = 0,686\ 75$     | $M_4 = 70,604$                               | $V_4 = 48,487$   | $T_4 = 0,25$  |
| $G_5 = 8,40$       |                       | $M_5 = 7,674$                                | $V_5 = 7,010$    |               |
|                    |                       | $M = 5465,30$                                | $5415,01$        | $18,59$       |
| $G_{11} = 5275,95$ | $M_{014} = 617,361$   |                                              | $V = 5433,60$    |               |
| $M_{11} = 5290,84$ | $V_{014} = 542,893$   | und richtig $\frac{V}{M} = l = 0,994\ 200$ . |                  |               |

Nach § 15 wird  $\frac{dT_3}{1^\circ C} = 0,00426\ 244$ .

$$\text{Also } \frac{dT_1}{1^\circ C} + \frac{dT_2}{1^\circ C} + \frac{dT_3}{1^\circ C} + \frac{dT_4}{1^\circ C} = 0,00440\ 486 = \frac{dT}{1^\circ C}.$$

## IV. Untersuchung bezüglich der Compensation für Temperatur.

Nach (43) ist  $A = 0,914\ 403$ . Weiter findet man, nach § 14,

$$\frac{dM}{1^\circ C} = -0,01150\ 978 \quad \text{und} \quad \frac{dV}{1^\circ C} = -0,02023\ 29.$$

Und nach (39)

$$K = -21060 + 37237 - 7470 = +8707 \text{ Einheiten der 10. Decimalstelle.}$$

Das positive Vorzeichen von  $K$  deutet an, dass das Pendel übercompensirt ist. Für jeden Centigrad Temperaturerhöhung geht die Uhr  $43200 K = 0,0376$  vor.

V. Berechnung von  $Q$ ,  $x_2$  und  $q$ ; erste Näherung.

Man findet:

durch (51) und (61)  $\log F = 9,998070$ ,  $\log E = 9,999466$ ,

" (65) " (66)  $N_{11} = 5342,78$ ,  $N_5 = 7,007$ ,

" das erste Glied von (70)  $\log P = 5,12937 - 10$ ;  $P = 0,00001\ 34699$

" (85) und (87)  $O_{11} = 5336,34$ ,  $O_5 = 6,997$ ,

" (91)  $Q = \frac{5433,6 \times 8707}{-3572 + 7213 - 158235 - 446 + 24 + 123} = -305,44$ ,

" (41)  $q = -0,011\ 757\ 6$ ,

" (68)  $x_2 = -0,004\ 114\ 4$ .

VI. Weitere Näherungen. Die zweite Näherung wird mit den in der ersten Näherung gefundenen Werthen berechnet, die dritte mit den in der zweiten Näherung gefundenen, u. s. w. Nach der dritten Näherung kann man aber mit Vortheil den Encke'schen Kunstgriff anwenden, wodurch man sogleich Werthe erhält, welche von den wahren kaum verschieden sind, mit welchen man aber, zu völliger Sicherheit, noch eine weitere Näherung durchführen kann, welche dann von allen Grössen, die in der Rechnung vorkommen, die definitiven Werthe ergibt. Zur Unterscheidung nennen wir in der Folge  $P$  den ursprünglichen, durch die erste Näherung gefundenen Werth dieser Zahl, d. h. das erste Glied in Gl. (70),  $P'$  die Werthe in den folgenden Näherungen.

|                  |                         | 2°            | 3°          | 4° Näherung |
|------------------|-------------------------|---------------|-------------|-------------|
|                  | $Q$                     | - 305,44      | - 336,41    | - 340,07    |
|                  | $x_2$                   | - 0,004 114 4 | - 0,004 456 | - 0,004 491 |
|                  | $q$                     | - 0,011 757 6 | - 0,012 950 | - 0,013 091 |
| Nach Formel (70) | $P'$                    | + 132 461     | + 132 092   | + 132 037   |
| " " (83)         | $\frac{dA'}{1^\circ C}$ | - 180 276     | - 179 324   | - 179 211   |
| " " (45)         | $AV$                    | - 299,692     | - 329,434   | - 332,884   |
| " " (57)         | $A'V$                   | - 301,03      | - 330,90    | - 334,36    |
| " " (73)         | $A'\xi$                 | - 0,009 454   | - 0,010 392 | - 0,010 501 |
| " " (44)         | $AM$                    | - 301,445     | - 331,699   | - 335,239   |
| " " (63)         | $A'M$                   | - 302,42      | - 332,78    | - 336,32    |
| " " (86)         | $R_{11}$                | 5293,13       | 5289,54     | 5289,18     |
| " " (88)         | $R_5$                   | 7,125         | 7,140       | 7,142       |
| " " (89)         | $R_1$                   | 178,260       | 178,067     | 178,045     |
| " " (92)         | Zähler                  | + 497 36000   | + 499 71000 | + 499 97000 |
| " " (92)         | Nenner                  | - 147 841     | - 147 142   | - 147 062   |
| " " (92)         | $Q$                     | - 336,41      | - 339,68    | - 339,97    |
| " " (68)         | $x_2$                   | - 0,004 456   | - 0,004 487 | - 0,004 489 |
| " " (41)         | $q$                     | - 0,012 950   | - 0,013 076 | - 0,013 087 |

Encke'scher Kunstgriff.

|             |        |          |          |                                             |
|-------------|--------|----------|----------|---------------------------------------------|
|             | Q      | 1. Diff. | 2. Diff. |                                             |
| 1. Näherung | 305,44 |          |          | $-\frac{(3,27)^2}{-27,70} = + 0,39$         |
| 2. Näherung | 336,41 | + 30,97  | - 27,70  | 339,68                                      |
| 3. Näherung | 339,68 | + 3,27   |          | Die 4. Näherung ist anzufangen mit + 340,07 |

|                                                                  |             |          |                       |
|------------------------------------------------------------------|-------------|----------|-----------------------|
| Die zweite Näherung, mit 305,44 anfangend, gab $x_2 = -0,004456$ |             |          |                       |
| " dritte                                                         | " "         | " 336,41 | " " $x_2 = -0,004487$ |
|                                                                  | Unterschied | 30,97    | 31                    |
|                                                                  | d. h. für   | 3,27     | 4                     |

Also zur Berechnung der 4. Näherung . . .  $x_2 = -0,004491$   
und ebenso . . .  $q = -0,013091$

Es war früher  $G_3 = 4702,78; H = 0,181029; B = 1,099532; \xi = 0,170644$   
Die 4. Näherung gab  $Q = -339,97; q = -0,013087; x = -0,004489; A'\xi = -0,010501$

Also jetzt  $G_3 = 4362,81; H = 0,167942; B = 1,095043; \xi = 0,160143$

VII. End-Zustand des Pendels und Prüfung auf die Oscillationszeit.

|                 |                  |                 |                                                  |               |                                     |
|-----------------|------------------|-----------------|--------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| $G_0 = 237,50$  |                  | $M_0 = 103,85$  | $V_0 = 60,41$                                    |               | Einh.<br>der 10. Stelle.            |
| $G_1 = 452,00$  | $r_1 = 0,975393$ | $M_1 = 440,88$  | $V_1 = 430,03$                                   | $T_1 = 4,38$  | $\frac{dT_1}{1^\circ C} = 917400$   |
| $G_2 = 112,77$  | $r_2 = 1,009543$ | $M_2 = 113,85$  | $V_2 = 114,93$                                   | $T_2 = 0,40$  | $\frac{dT_2}{1^\circ C} = 63500$    |
| $G_3 = 4362,81$ | $r_3 = 1,006972$ | $M_3 = 4393,22$ | $V_3 = 4423,85$                                  | $T_3 = 10,92$ | $\frac{dT_3}{1^\circ C} = 34047900$ |
| $G_4 = 102,81$  | $r_4 = 0,67625$  | $M_4 = 69,52$   | $V_4 = 47,02$                                    | $T_4 = 0,25$  | $\frac{dT_4}{1^\circ C} = 443300$   |
| $G_5 = 8,40$    | $r_5 = 0,92200$  | $M_5 = 7,75$    | $V_5 = 7,14$                                     |               |                                     |
|                 |                  | $M = 5129,07$   | $\underbrace{5083,38 \quad 15,95}_{V = 5099,33}$ |               | $\frac{dT}{1^\circ C} = 35472000$   |

$$\frac{V}{M} = l = \text{richtig } 0,994200.$$

Die Schwingungszeit ist also eine Secunde mittlere Zeit.

VIII. Prüfung auf die Wärmecompensation.

$$\frac{dM}{1^\circ C} = -56473000 \quad \frac{dV}{1^\circ C} = -94231000 \quad (\text{Einh. der 10. Stelle.})$$

Und weiter nach (39)

$$K = -11010 + 18479 - 7470 = -1 \quad (\text{Einh. der 10. Stelle}),$$

welche natürlich nicht zu verbürgen ist.

IX. Prüfung auf die Barometercompensation.

Diese Compensation wird bloss durch die Formel  $\xi = aV$  bedingt, welcher, wie aus der Berechnung hervorgeht, vollkommen genügt wird. Man hat nämlich

$$\begin{aligned} aV &= \xi = 0,16015 \\ \frac{1}{2}l + x &= 0,5161 \\ r_4 &= \frac{1}{2}l + \xi + x = 0,67625, \end{aligned}$$

wie oben in VII auch angenommen war.

## Kleinere Mittheilungen.

### J. E. Hilgard's optisches Densimeter für Oceanwasser.

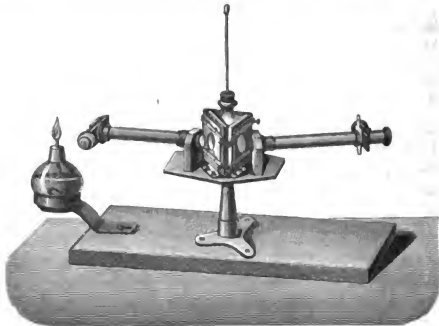
Nach dem Rapport der *United States Coast Survey* 1877 S. 103—113. Washington 1880.

Die Bestimmung der Dichtigkeit des Meerwassers an verschiedenen Stellen und in verschiedenen Tiefen ist für die Kenntniss der physikalischen Bedingungen unserer Erde von grösster Wichtigkeit, und ist daher eine möglichst grosse Genauigkeit dieser Bestimmung zu erstreben. Die bisher hierbei in Anwendung gekommenen Instrumente hatten mit dem Uebelstande zu kämpfen, dass, da die Beobachtungen an Bord eines Schiffes angeführt wurden, die Bewegung des Schiffes einen störenden Einfluss ausübte. In dem optischen Densimeter hat nun Herr J. E. Hilgard, Assistent der nordamerikanischen Küstenvermessung, ein Instrument erfunden, welches allen Anforderungen an Genauigkeit entsprechen dürfte und dem erwähnten schädlichen Einflüsse nicht unterworfen ist.

Das Princip des Instrumentes beruht darauf, dass das Licht beim Durchgange durch eine Salzlösung eine verschiedene Brechung erfährt, je nachdem die Lösung stark oder schwach ist. Die Mitte des Instrumentes nimmt ein hohles, zur Aufnahme des zu untersuchenden Wassers bestimmtes Prisma ein. Mittels des Spaltes eines Collimatorfernrohres wird monochromatisches Licht durch das Prisma in ein Beobachtungsfernrohr geworfen. Die Stellung der gebrochenen Lichtlinie wird dann durch das Mikrometer des Beobachtungsfernrohres untersucht. Die Temperatur der zu untersuchenden Flüssigkeit wird durch ein Thermometer gemessen, welches in das Prisma eingeführt werden kann.

Auf der Platte, welche die Fernrohre trägt, sind zwei Führungen befestigt, in welche das Prisma hineingeschoben wird; eine Druckschraube auf der hinteren Seite des Prisma — auf der Figur nicht sichtbar — presst dasselbe fest in diese Führungen hinein; es ist dadurch eine constante Stellung des Prisma erzielt, und können nun alle Beobachtungen unter demselben Winkel erfolgen.

Der Spalt im Focus der Collimatorlinse wird hervorgebracht durch eine feine Linie auf dunklem Grunde an der inneren Seite eines Glas-Diaphragma. Letzteres ist in der Figur auf



einem Mikrometerschlitten befestigt; es erschien dies für experimentelle Zwecke wünschenswerth, bei den für den Gebrauch bestimmten Instrumenten hat aber das Diaphragma eine feste Stellung. Das Spaltbild erscheint in dem Beobachtungsfernrohre als eine scharf begrenzte helle Linie, welche von den Mikrometerfäden gut eingestellt werden kann.

Die Beziehung des Brechungswinkels zu der Dichtigkeit des Seewassers wird auf experimentellem Wege bestimmt; ebenso die Temperaturcorrection für verschiedene Grade des Salz-

gehalts. Es ist nur nothwendig, für jedes Instrument den Unterschied der Mikrometerablesungen für destillirtes Wasser und Seewasser von bestimmtem specifischen Gewicht festzustellen.

Die Genauigkeit des Apparates wird natürlich von den zur Anwendung kommenden Fernröhren und Prismen abhängen. Indessen setzen die Fehler der Temperaturbestimmung den Leistungen des Instrumentes gewisse Grenzen. Bei einer Temperatur von 20° C. — welche als mittlere Beobachtungstemperatur angenommen ist — verursacht eine Schwankung von 1° C. eine Aenderung der Grösse des specifischen Gewichts von etwa 0.0004. Da nun aber eine grössere Genauigkeit der Temperaturbestimmung als auf etwa 0°.1 bis 0°.2 bei derartigen Beobachtungen kaum zu erzielen sein dürfte, so wird mau den Betrag der Dichtigkeit auf höchstens 0.00006 genau ermitteln können. In der That hat sich ergeben, dass das optische Densimeter mit dieser Genauigkeit arbeitet; das Instrument erfüllt also alle Anforderungen an Präcision, welche zur Zeit gestellt werden können.

## Vereinsnachrichten.

**Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik.** Sitzungen am 3. und 17. Mai. Vorsitzender: Herr Fuess.

Am ersten Abend gab Herr Hänsch eine übersichtliche Darstellung der gegenwärtigen Entwicklung der Polarisationsinstrumente, deren Construction und Wirkungsweise er an einer Anzahl von ihm angestellter Instrumente erläutert. Hierauf wird eine Reihe innerer Angelegenheiten erledigt, unter denen hervorzuheben ist, dass die Fachschule der Gesellschaft das Sommersemester über, für welches bis jetzt 60 Schüler angemeldet sind, in ihrer alten Einrichtung belassen werden soll, während für den Winter, nach den bisherigen Ergebnissen der Verhandlungen mit Herrn Dir. Jessen (vgl. d. Vereinsnachrichten in No. 5), gute Ansichten auf eine erfolgreiche Umgestaltung der Schule vorhanden sind.

In der Sitzung am 17. Mai führte Herr Bamberg einen magnetischen Theodoliten in neuer Ausführung vor. In den einleitenden Bemerkungen hob der Vortragende hervor, dass zwar das eigentliche Wesen des Erdmagnetismus noch immer zu den Geheimnissen der kosmischen Physik zähle, dass man aber, nachdem durch die bahnbrechenden Arbeiten einzelner Gelehrten, wie Gauss, Weber, Humboldt u. A. die erforderlichen Grundlagen gewonnen seien, dieser Frage grosse Aufmerksamkeit widme und ein Netz magnetischer Beobachtungsstationen über den ganzen Erdball ausgebreitet habe. Für Reisende seien magnetische Beobachtungen von besonderer Wichtigkeit, und für diese sei speciell sein Instrument construirt. Es wird hier nur ein geringerer Grad von Genauigkeit verlangt, jedoch ist nöthig, dass das Instrument leicht transportabel, dauerhaft und compendios ist, und dass es absolute Werthe giebt, dass also alle Fehlerquellen untersucht und in Rechnung gezogen werden können. Es kann sowohl Declination als auch Inclination und Intensität bestimmt werden, für jeden dieser Fälle ist ein besonderer Aufsatz vorhanden. Das durchschlagbare Fernrohr ist seitlich angebracht, sodass das centrische Ansetzen der anderen Theile nicht verhindert ist. — Eine ausführlichere Mittheilung über die hierher gehörigen Neuctionen des Vortragenden in dieser Zeitschrift wird vorbehalten.

Herr Dörrfel hat aus Paris ein sogenanntes „Luftbarometer“ bezogen, welches Herr Fuess vorzeigt und erläutert. Die Construction ist einfach; es besteht aus zwei Thermometern, einem gewöhnlichen Quecksilberthermometer und einem offenen mit einer blauen Abschlussflüssigkeit gefüllten Luftthermometer. Zwischen beiden befindet sich eine verschiebbare Scale zur Einstellung. Die Beobachtungen des Vortragenden haben, wie zu erwarten war, ergeben, dass die Angaben des Instrumentes keinen Anspruch auf grössere Genauigkeit machen können.

Der Schriftführer: *Blankenburg.*

## Journal- und Patentlitteratur.

**Kräftiges und constantes Element, dessen Rückstände durch Elektrolyse regenerirt werden können.**  
Von M. Emile Reynier. *Journ. de Physique* X, S. 112.

Vorf. giebt die Zusammenstellung eines Elementes, welches sich durch eine bedeutende elektromotorische Kraft und einen sehr geringen inneren Widerstand auszeichnet. Die Zink-  
elektrode dieses Elementes taucht in eine starke Sodalösung, während das Kupfer von einer

schwefelsauren Kupferlösung umgeben ist. Um den Widerstand der porösen Zelle, welche die beiden Flüssigkeiten trennt, zu vermindern, benutzt Reynier zur Herstellung derselben ein pergamentartiges Papier, und giebt er durch eine beigelegte Zeichnung an, wie man ohne Kleben und Röhren aus einem Blatte Papier die Zellen in der gewünschten Form, rechtwinklig oder prismatisch, herstellen kann. Die Höhe des Elementes beträgt 0,20 m und sein Volumen 3 l; seine Leistung ergibt sich aus der folgenden Uebersichtstabelle, in welcher  $E$  die elektromotorische Kraft in Volta's,  $W$  den Widerstand in Ohm's und  $A$  das Maximum der äusseren Arbeit eines jeden Elementes bezeichnet, wenn  $A$  in Kilogrammometer pro Secunde gegeben und nach der Formel

$$A = \frac{E^2}{4gW}$$

berechnet ist.

|                                                                    | $E$  | $W$   | $A$    |
|--------------------------------------------------------------------|------|-------|--------|
| Rundes Bunsen'sches Element, Höhe 0,20 m . . . . .                 | 1.80 | 0.24  | 0.344  |
| Rechtw. Bunsen'sches Element nach Ruhmkorff, Höhe 0,20 m . . . . . | 1.80 | 0.06  | 1.378  |
| Rundes Daniell'sches Element, Höhe 0,20 m . . . . .                | 1.06 | 2.80  | 0.010  |
| Horizont. Element von W. Thomson . . . . .                         | 1.06 | 0.20  | 0.143  |
| Cylindr. Element von F. Carré, Höhe 0,60 m . . . . .               | 1.06 | 0.12  | 0.238  |
| Rechtw. Element von Reynier, Höhe 0,20 m . . . . .                 | 1.35 | 0.075 | 0.619. |

Das Reynier'sche Element wird also nur durch das rechtwinklige Bunsen'sche übertroffen.

Wie Verf. sagt, verflüchtigen sich bei seinem neuen Elemente keine Bestandtheile; es enthält nach dem Gebrauche noch alle angewandten Substanzen ohne jeden Verlust, wenn auch anders verbunden, so dass es möglich ist, das Element wieder zu erneuern. Das letztere geschieht, indem man durch die Flüssigkeiten einen etwas stärkeren Strom als der des Elementes hindurchgehen lässt, wodurch das niedergeschlagene Kupfer aufgelöst und das aufgelöste Zink niedergeschlagen wird.

**Aräometrische Methode zur Bestimmung des Fettgehalts in der Milch.** Von F. Soxhlet. *Chemical News*. Bd. 43. S. 101.

Das Fett ist der wichtigste Bestandtheil der Milch, und dennoch sind die zahlreichen bekannten Methoden zu seiner Bestimmung meist sehr umständlich und wenig genau, auch können die meisten nur von einem praktischen Chemiker angeführt werden. Die neue vom Verf. vorgeschlagene Methode lehnt an die von Tollens und Schmidt verbesserte Marchand'sche Bestimmungsmethode mittels des Lacto-Butyrometers an und ersetzt das gewichtsanalytische Verfahren durch eine aräometrische Messung. Die bestehende Abbildung veranschaulicht den dabei angewandten Apparat. In die Schüttelflasche  $D$  werden bestimmt abgemessene Quantitäten von Milch, Kalilösung und mit Wasser gesättigtem Aether gebracht und längere Zeit gut durchgeschüttelt, nachdem die Flasche mit einem Kautschukpfropfen verschlossen worden ist. Nach einiger Zeit sammelt sich die das Fett enthaltene Aetherlösung im oberen Theil der Flasche an, die alsdann, wie aus der Zeichnung leicht ersichtlich ist, mit den übrigen Theilen des Apparats verbunden wird. Ein Druck auf den Gummiball  $G$  befördert die Aetherlösung in den zur Erhaltung constanter Temperatur mit einem Kühler  $A$  umgebenen Cylinders  $B$ . Das in demselben enthaltene Aräometer  $C$  gestattet eine genaue Bestimmung des specifischen Gewichts der fetthaltigen Aetherlösung, wodurch dann mittels einer vom Verf. mitgetheilten Tabelle unmittelbar auf den Fettgehalt der Milch geschlossen werden kann. Zur Bequemlichkeit kann das Stativ noch drei Ringe tragen, welche die zur Ab-



messung der vorgeschriebenen Quantitäten der Milch, alkalischen Lösung und des Aethers bestimmten drei Pipetten aufnehmen.

**Gashahn, der eine sehr feine Regulirung erlaubt.** Von J. Habermann. *Zeitschr. f. anal. Chemie*, Jahrg. XX, Heft 2.

Hauptzweck dieser Neuerung ist, bei einer Elementaranalyse organischer Körper den Luftresp. Sauerstoffzutritt gut reguliren zu können. Der Hahn besteht aus einem cylindrischen Gefässe, in welches unten zwei Gaszuleitungsrohre münden. Dieselben sind durch je einen ge-



wöhnlichen Hahn zu gänzlichem Öffnen und Schliessen versehen. Im oberen Theile ist die Gasableitungsröhre angebracht. Zwischen dem oberen und unteren Theile des Cylinders befindet sich ein conisch ausgedrehter Wulst, in welchen ein gut abgeschliffener conischer Kern passt, den man mittels einer oben befindlichen Schraube höher oder tiefer stellen kann; man kann so durch ihn einen mehr oder weniger breiten ringförmigen Schlitz als Durchgangsweg für das Gas öffnen; in der tiefsten Stellung schliesst der conische Kern beide Räume ganz von einander ab. Q.

**Apparat zur Bestimmung des specifischen Gewichts von Gasen, genannt „Pneumatometer“.** Von M. Th. Edelmann. Carl's Repertorium 1881. Heft IV. S. 261.

Lässt man Gassäulen von gleicher Höhe auf eine dünne sehr elastische Membrane drücken, so gewinnt man durch Messung der Durchbiegungen, welche die Membrane bei verschiedenen Belastungen erfährt, ein neues Mittel, um das spec. Gew. von Gasen zu bestimmen. An dem vom Verf. construirten Apparate fungirt eine metallene Membrane von 30 cm Durchmesser und 0,1 mm Dicke, welche nach Art der Wände der Dosenaneroide mit concentrischen Wellen versehen ist und die Decke einer fest aufgestellten, kreisrunden, flachen Büchse bildet. Die letztere trägt zwei seitliche Rohransätze, von denen der eine zur Füllung mit dem zu untersuchenden Gase, der andere zur Entleerung dient. Der erstere ist jedoch nicht unmittelbar mit dem Zuführungsröhre aus dem Gasentwicklungsapparate oder Gasbehälter verbunden, sondern er communicirt durch ein in möglichst horizontaler Lage befestigtes Verbindungsrohr mit dem Steigerrohr, einer 2 m hohen, 2—4 mm weiten gläsernen Röhre, welche oben etwa auf die Länge von 10 cm horizontal umgebogen ist; die Gaszuführung mündet etwa in der Mitte des horizontalen Verbindungsrohres ein. Wird nun das aus Büchse und Steigerrohr bestehende System mit dem zu untersuchenden Gase angefüllt und hierauf das Gaszuführungsrohr abgesperrt — man wird die Operation einige Male wiederholen, bis der unverändert bleibende Stand der Büchse auf vollkommene Reinheit der Füllung schliessen lässt —, so wirkt auf die Membrane von oben der Luftdruck, von unten jedoch das Gewicht einer Gassäule, von welcher die ersten 2 m aus dem zu untersuchenden Gase und der übrige Theil aus Luft besteht. Die Membrane wird demnach eine andere Stellung einnehmen als vor der Füllung, wo auch auf die untere Fläche der Büchse nur der Luftdruck wirkte. Aus der Differenz beider Stellungen kann das specifische Gewicht des zu untersuchenden Gases berechnet werden. In Folge des grossen Durchmessers der Membrane sind die erhaltenen Ausschläge an sich schon nicht gering, sie werden aber durch einen Fühlhebel, der mit seiner Stahlspitze auf einem mitten auf der Membrane stehenden Säulchen aufruhet, noch ausserordentlich vergrössert. Der Fühlhebel trägt ein totalreflectirendes Prisma, in dessen Hypotenusenfläche sich eine 2 m entfernte, in Millimeter getheilte Scala spiegelt, deren Bild im Gesichtsfelde eines festen Fernrohres erscheint. Die Axen des Hebels und sein Contact mit der Membrane werden von glasartigen Stahlspitzen, welche auf Steinunterlagen ruhen, gebildet. Zur Ermittlung des Werthes eines Scalentheiles füllt man den Apparat mit einem Gase von sicher bekanntem spec. Gew., z. B. Wasserstoff oder Kohlensäure, welche sich leicht rein herstellen lassen.

Der Apparat fungirt ungemein schnell und leicht; einmal aufgestellt, ist er jederzeit zum Gebrauche fertig. Die Folgerung des Verf., dass ihm durch Verlängerung der Steigeröhre und durch grösseren Abstand der Scala jeder beliebige Grad von Empfindlichkeit gegeben werden könne, ist jedoch nur in ihrem ersten Theile unzweifelhaft richtig, da Verfeinerung der Ablesung nicht nothwendig gleichbedeutend mit Erhöhung der Empfindlichkeit ist. Bezüglich der Bestimmung der Constanten des Apparates, seine Anwendungen zur Volumenbestimmung u. s. w. verweist Verf. auf sein Buch: „Neuere Methoden etc. (Stuttgart, Schweizerbart)“, in welchem auch eine ausführliche Beschreibung enthalten ist. S.

**Temperaturregulator an Federmano- und Barometern mit anzeigender Flüssigkeit.** Von Herm. Carl Herbeck in Elberfeld. D. R. P. 13074 vom 13. 7. 80.

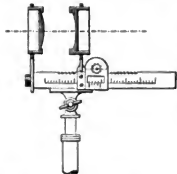
Von einer federnden Dose geht eine Glasröhre aus, welche am oberen Ende sich cylindrisch kolbenförmig zu einem Luftgefässe erweitert. Die Dose und ein Theil der Glasröhre sind mit einer Flüssigkeit gefüllt, deren Stand an einer Scala abgelesen werden kann. Ist der Temperatureinfluss wirkungslos gemacht, so giebt der Flüssigkeitsstand direct den Druck an. Bei zunehmender Temperatur wird sich sowohl Luft, wie Flüssigkeit in dem Gefässe ausdehnen. Die Luft hat aber den grösseren Ausdehnungscoefficienten. Um nun zu bewirken, dass bei steigender Temperatur Luft und Flüssigkeit gleich intensiv drücken und auf diese Weise der Stand der Flüssigkeit unverändert erhalten bleibt, werden beide in einem durch Versuche festgestellten

Mengenverhältnisse angewendet. Die Unveränderlichkeit bleibt auch bei fallender Temperatur bestehen. Um Schwankungen des Flüssigkeitsspiegels bei plötzlichem Temperaturwechsel zu vermeiden ist das kolbenförmige Luftgefäß noch mit einem Flüssigkeitsgefäß umgeben. Q.

**Apparat zur Projectirung eines Bildes auf beliebige Entfernung mit veränderlicher Vergrößerung.**

Von A. Crova. Journal de Physique. April 1881. S. 159.

Vorlesungszwecke erfordern häufig, das Bild eines Gegenstandes unter bestimmter Vergrößerung auf einen Schirm zu werfen. Um mit dem Betrag der Vergrößerung variiren zu können, muss man sich gewöhnlich mehrerer Hilfsapparate bedienen. A. Crova giebt nun ein Mittel an, bei derselben Entfernung des Objectes vom Schirm mittels nur eines Hilfsapparates die Art der Vergrößerung verändern zu können. Er bringt zwischen Object und Schirm einen Apparat, der im Wesentlichen aus zwei Linsen von gleicher Brennweite besteht, von denen die eine convergirend, die andere divergirend wirkt; ihre gegenseitige Entfernung kann längs der Verbindungslinie „Object-Schirm“ beliebig variirt werden.



Die eine planconvexe Linse ist in einem Rahmen befestigt, welcher mit einem auf einem Stativ ruhenden horizontalen Messingstabe fest verbunden ist. (S. Fig.). Längs dieses Stabes kann die andere, ebenfalls in einem Rahmen befestigte, planconcave Linse gleiten. Die Linsen haben eine Brennweite von  $0=15$ . Mittels einer auf dem Stabe angebrachten Theilung kann den beiden Linsen die erforderliche Entfernung gegeben werden; ist die planconcave Linse auf den Nullpunkt der Theilung eingestellt, so be-

rühren sich die beiden Linsen vollständig und ihre optischen Centren sind in Coincidenz; je nach der Entfernung der Linsen wiegt die convergirende oder divergirende Wirkung des Systems vor.

Der Apparat ist nach den Angaben des Verfassers von Duboscq construiert worden. W.

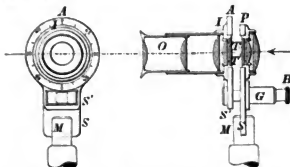
**Ein neues Mikroskop.** Von F. Miller, Universitäts-Mechaniker in Innsbruck. Centr.-Zeit. f. Opt. u. Mech. II. Jahrg. Nr. 7.

Um ein zu untersuchendes Object in beliebiger Entfernung betrachten und dadurch den störenden Einfluss der Körperwärme des Beobachters beseitigen zu können, setzt Verf. an Stelle des Mikroskop-Oculares ein auf parallele Strahlen eingestelltes Fernrohr, während das Object in den Brennpunkt des Mikroskop-Objectivs zu liegen kommt. In welcher Entfernung sich das Ocular des Fernrohrs vom Mikroskop-Objectiv befindet, bleibt gleichgültig; das Bild des Objects erscheint immer in voller Schärfe.

Die Vergrößerung des Systems fand Miller gleich dem Producte aus der Vergrößerung des Fernrohrs und derjenigen der Objectivlinse.

**Eine neue Turmalinzange.** Von M. Bertin. Journ. de Physique Nr. 111. März 1881.

Um das Gesichtsfeld der gewöhnlichen Turmalinzange zu vergrößern, verbindet Bertin sie mit einem vereinfachten Polarisations-Mikroskop. Polarisator und Analysator desselben werden ersetzt durch Turmaline, welche zwischen die Sammellinsen und das eigentliche Mikroskop gebracht sind.



Die Turmaline ruhen auf den beiden Trägern  $S$  und  $S'$ . Der erstere,  $S$ , ist in dem Griffe  $M$ , welchen man in der Hand halten kann, befestigt. Der zweite,  $S'$ , kann mittels des Ansatzes  $B$ , welcher in der Hülse  $G$  gleitet, in verschiedene Entfernungen von  $S$  gebracht werden. Der Träger  $S$  endigt in der Scheibe  $P$ , in welche der als Polarisator dienende Turmalin  $T$  so eingefügt ist, dass seine Axe horizontal oder senkrecht zum Griff  $M$  gebracht werden kann. Vor  $T$  befindet sich das

aus zwei Linsen bestehende Sammelsystem. Die Scheibe, in welcher der bewegliche Träger  $S'$  endigt, hat in der Mitte eine runde Öffnung. In dieser ist die Mikroskop-Hülse derartig befestigt, dass sie um  $A$  drehbar ist. In der Mikroskop-Hülse sind die übrigen Theile des Apparates angebracht; es sind dies der als Analysator wirkende Turmalin  $T'$ , das Objectivsystem des Mi-

kroskops und das Ocular *O* desselben. Die Scheibe *A'* hat ferner eine Theilung, deren Nullpunkt entweder senkrecht oder parallel zu *M* gestellt wird. Vermittels dieser Theilung und der Marke *I* kann der Winkel, welchen die beiden Turmaline mit einander bilden, stets abgelesen werden.

Verf. verhehlt sich nicht, dass der Apparat der Verbesserung noch fähig ist, und theilt seine Einrichtung in der Absicht mit, hierzu anzuregen. Die Construction des Apparates ist von Ducretet ausgeführt worden.

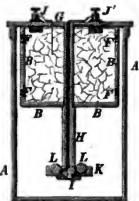
**Galvanisches Element.** Von Louis Maiche in Foncarge par Yoré-l'Évêque. D. R. P. 10537. vom 1. 1. 80.

Zur Herstellung des galvanischen Elementes wird platinisirte Kohle als Mittel zur Depolarisation so verwendet, dass die Kohle nur zur Hälfte in die saure Flüssigkeit eintaucht. Die Kohle wird zweckmässig in gleich grossen Stücken von 8—10 mm angewendet. Der Erfinder schlägt zwei Formen für die Anordnung des Elementes vor.

In der ersten besteht das Element aus einem cylindrischen Behälter von Glas, Porcellan oder dergl., in welchem ein aus gleichem Materiale gebildetes, ringförmiges, oben offenes, unten geschlossenes Gefäss hängt, dessen Wände sämmtlich durchlöchert sind. Dieses innere Gefäss, welches einen 4—5 cm lichten Durchmesser hat, hängt mit einem Flansch an dem Rande des äusseren Behälters und enthält die oben erwähnte Kohle. In das Hauptgefäss wird mit Salmiak gesättigtes Wasser, oder auch Wasser, welches  $\frac{1}{10}$  seines Gewichtes Weinstensäure enthält, gefüllt, bis die Kohle ungefähr zur Hälfte in die Flüssigkeit eintaucht. Die übrige Kohle wird durch Capillarwirkung feucht. Zur Anbringung des Zinkes ist eine Glasröhre senkrecht in das Gefäss gehängt, deren trompetenförmig erweitertes, senkrecht nach oben gebogenes untere Ende etwas Quecksilber enthält, auf welchem das Zink liegt. Ein Platindraht geht der Länge nach durch die Röhre, dringt unten durch das Quecksilber und bildet oben den einen Pol. — Der andere Pol besteht aus einem Platindraht, der durch eine Glasröhre in die Kohle eingeführt ist.

Die zweite Anordnung ist die in der beigefügten Figur dargestellte.

*A* ist ein Behälter, wie oben beschrieben, *B* dagegen ein Gefäss aus porösem Thon, am oberen und unteren Rande rings mit Löchern *F* von 4—5 cm Weite versehen. *G* ist ein Deckel (Ebonit), in den die Röhre *H* eingeschraubt ist, welche oben zu dieser Befestigung, unten zum Befestigen eines Porcellanschälchens *K*, mit Gewinde, in der Mitte dagegen mit einem Ansatz zum Tragen des Gefässes *B* versehen ist. *J J'* sind Klemmschrauben für den Leitungsdraht, in dem Schälchen liegt ein Zinkring *L*. — Die angewendete Kohle ist Gasretortenkohle, welche platinisirt wird, indem man sie mit einer Lösung von 10 Theilen Platinchlorid und 90 Theilen Wasser trünkt und unter Luftabschluss bis zur Rothgluth erhitzt. Das Platin kann auch durch die Platinnmetalle ersetzt werden. Statt Weinstensäure kann übrigens jedes andere Salz genommen werden, das Wasser zersetzt und Zinkoxyd auflöst.



**Horizontalstellung für Messinstrumente.** Von Bernhard Geyer in München. D. R. P. 13075 vom 20. 7. 80.

Um schnell horizontal stellen zu können, wird dem Instrumente die nach-bezeichnete Einrichtung gegeben: Die untere Platte *c* (mit der Hülse zum Aufstecken auf das Stativ) ist mit der Platte *a* durch die Feder *e* verbunden und ebenso mit letzterer die Platte *b* (mit der Büchse zum Aufnehmen des Centralzapfens) durch die Feder *d*. Diesen Federn wirken die Schrauben *s* und *s'* entgegen. Durch geeignetes Drehen derselben kann die Platte *b*, welche den Messapparat trägt, rasch horizontal gestellt werden.



### Für die Werkstatt.

**Fortschritt in der Emailirkunst.** Von M. Newjean. *Le monde de la science et de l'industrie.*

Die vorgeschlagene neue Methode zu emailiren besteht in der Anwendung einer Mischung von Harzen und Gummi mit mineralischen, bei 250 bis 300° C. schmelzbaren Stoffen. Das so erhaltene Email von beliebiger Farbe und syrupartiger Consistenz wird mittels eines Pinsels auf

das zu emallirende Object übertragen, und letzteres in einem Ofen einer Temperatur von 250° ausgesetzt. Das harzige Übertragungsmittel verdunstet und hinterlässt den mineralischen Stoff, welcher glasig wird, so Email bildet und den behandelnden Gegenständen ein porcellanartiges Aussehen verleiht. Bestreut man die zu emallirenden Gegenstände, ehe man sie dem Fener aussetzt, mit Gold-, Bronze- oder Silberstaub, so ist der Effect ein besonders schöner. Der Schmelz soll fest sein, gut haften und vollständig der Einwirkung der Atmosphäre, der von Säure und von kochendem Wasser widerstehen. Q

**Verwendung von Siliciumeisen für Mineralsäuren enthaltende Gefässe und Apparate.** Von Dr. H. Uelmann in Königshütte (Oberschlesien). D. R. P. 12464 vom 15. 6. 80.

Wegen der Unlöslichkeit des Siliciumeisens (Roheisen mit 6%, besser mit 10—12%, und darüber Siliciumgehalt) in concentrirter oder verdünnter, tropfbar-flüssiger oder gasförmiger Salpetersäure, wie auch in anderen concentrirten Mineralsäuren, schlägt der Erfinder dasselbe für entsprechende Zwecke der Technik und Wissenschaft vor, und zwar vornehmlich zur Herstellung von Gefässen und Apparaten für die Salpetersäureerzeugung. Ebenso soll das Metall sehr gute Dienste leisten bei einer grossen Anzahl anderer Prozesse, bei denen Mineralsäuren einzeln oder gemengt zur Anwendung kommen. Die Verarbeitung des Eisens bei der Gesserei unterscheidet sich in nichts von der des gewöhnlichen Gusseisens. [Cf. auch die Mittheilung im Märzhefte über „die Anwendung des Siliciumeisens in galvanischen Batterien“ S. 98]. Q

**Ueber Bearbeitung des Doppelspaths zu optischen Zwecken.** Von B. Halle, Optiker in Potsdam. Centr.-Zeit. f. Opt. u. Mech. II. Jahrg. No. 8.

Von allen zu optischen Zwecken verwendbaren Kalkspatharten eignet sich der Isländische Doppelspath wegen seiner grossen Reinheit am Besten zur Verarbeitung. Seine Widerstandsfähigkeit beim Schleifen ist eine verschiedene, je nachdem man in die Spalttrichtung oder in die Richtung senkrecht zur Axe gelangt. Ob ein Stück Doppelspath, aus dem ein Präparat geschnitten werden soll, die nöthige Reinheit hat, findet man am zweckmässigsten, wenn man die beiden gegenüberliegenden Flächen nach der Spalttrichtung abschleift und polirt. Hat man ein reines Stück von genügender Grösse gefunden, so wird dasselbe abgespalten. Durch Schleifen erhält dann das Stück seine eigentliche Form und zwar verwendet man hierbei am Vortheilhaftesten guten Naxos-Schmirgel; das feinste Schleifen ist indess mit Bimstein anzuführen. Das Poliren kann geschehen auf Tuch, Filz, Battist, Baumwolle, Seide, Wachs und auch auf weichen Pech; je nach der angeführten Reihenfolge erscheint die Politur in verschiedener Feinheit. Als Polirmittel ist Zinnsäure zu empfehlen, doch kann auch weiches feines Pariser Roth verwendet werden. W.

**Ueber die Herstellung weisser, kalter Emaille.** Allg. Journal für Uhrmacherkunst 1881. No. 21.

Bei den gewöhnlichen Verfahrungsweisen erhält das Präparat stets einen gelblichen Schimmer, sobald man nur weisse Farbe und das übliche Glanz- und Bindemittel zusammenschmilzt. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, füge man der Mischung eine Spur Schwarz oder Blau hinzu; man erhält dadurch einen dem Weissen sehr nahe kommenden hellgranen oder grünlichen Ton. Q

**Verbindung zweier Schwungräder (für Hand- und Fussbetrieb).** Von Fried. Aug. Schmidt in Leipzig. D. R. P. 12232 vom 16. 6. 80.

Die Erfindung verfolgt den Zweck, die stossweise und ungleichmässig wirkende Kraft des Menschen beim Betriebe von Hand- und Fussmaschinen gleichförmiger und ergiebiger zu machen. Zu diesem Zwecke werden ein zweites, schneller laufendes Schwungrad und eigenartig construirte Rollenlagen angewendet. Die Axe des ersten, wie gewöhnlich angeordneten Schwungrades nimmt vermittels der Zugstange, eines Fusstrittes und einer Handenbel die Kraft des Menschen auf und pflanzt sie durch ins Schnelle übersetzende Kegelräder auf die senkrechte Axe des zweiten Schwungrades fort. Das letztere speichert die bei jedem Stosse gelieferte Arbeit in sich auf, um sie beim Nachlassen der Kraft wieder an die erste Welle zurückzugeben. Der Erfinder schlägt zur Verminderung der Zapfenreibung der Schwungradwelle noch ein Rollenlager mit 4 Kugeln aus Stahl, Glas u. s. w. vor, bei dem die Kugeln mittels Schrauben genau eingestellt werden können. Q

Nachdruck verboten.

# Zeitschrift für Instrumentenkunde.

*Redactions - Curatorium:*

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt,  
Vorsitzender.

R. Fuess,  
Beisitzer.

Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz,  
Schriftführer.

Verantwortlicher Redacteur: Dr. Georg Schwirkus.

I. Jahrgang.

Jul 1881.

Siebentes Heft.

## Ueber graphische Aufzeichnung mikrometrischer Messungen.

Von

Dr. V. Knorre, Observator an der Sternwarte zu Berlin.

Im Anschluss an die Beschreibung des von Herrn Mechaniker R. Fuess construirten Declinographen (Declinometers), welche sich in dem Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung im Jahre 1879, Seite 30—35, befindet, und unter Hinweis auf die über die Leistungen dieses Instrumentes in den Astronomischen Nachrichten Bd. 93 S. 363, sowie in den Jahresberichten der Berliner Sternwarte im 14. und 15. Jahrgange der Vierteljahrsschrift der astronomischen Gesellschaft gegebenen Mittheilungen will ich hier versuchen, das Problem, zu dessen Lösung der erwähnte Declinograph einen Beitrag liefert, etwas allgemeiner zu erörtern, und ein neues, an die sonstigen Einrichtungen des Declinographen sich anschliessendes Verfahren zur graphischen Aufzeichnung mikrometrischer Messungen zu beschreiben.

Vorher glaube ich noch über den Nutzen graphischer Aufzeichnungen von mikrometrischen Messungen Folgendes sagen zu müssen.

Es ist ein schwerer Uebelstand bei Messungen dieser Art, wenn der Beobachter gezwungen ist, zwischen den mikrometrischen Einstellungen, welche er im Gesichtsfelde des Teleskopes oder Mikroskopes gemacht hat, die jedesmalige Stellung der Schraube an der aussen angebrachten Scale, Trommel u. s. w. abzulesen. In der Regel wird nämlich an sein Auge hierbei die Anforderung gestellt, dass er sehr schnell die Accommodation desselben wechselt. Nachdem er sich zum Zwecke schärfsten Sehens im Gesichtsfelde des Instrumentes das Ocular so gestellt hat, wie es der günstigsten Accommodation, z. B. einer Ruhelage der Accommodationsmuskeln seines Auges, bezw. dem Empfange nahezu paralleler, oder von entfernten Objecten kommender Strahlen entspricht, soll er unmittelbar nachher ziemlich feine, sehr nahe an der unteren Grenze der deutlichen Sehweite liegende Objecte scharf erkennen. Bei dem abwechselnden Blicken in das Gesichtsfeld und auf die äusseren Ablesungseinrichtungen der Schraube wird hiernach nicht nur der Verbrauch des Auges bedeutend gesteigert, sondern auch die Genauigkeit und Stetigkeit der mikrometrischen Einstellungen gefährdet, insbesondere dann, wenn die Accommodation des Auges, wie in diesen Blättern in dem Aufsätze über Beleuchtung der Mikrometer-Einrichtungen von Herrn Prof. Foerster erörtert worden ist, eine gewisse Bedeutung für die Constanz der Lage der Bilder der Mikrometer-Einrichtungen zu den Bildern der

Objecte hat. Auch ist klar, dass bei sehr schwierigen und zarten Objecten im Gesichtsfelde durch den erwähnten Wechsel der Accommodation die Sicherheit und Schärfe der Leistungen des Auges beeinträchtigt werden muss.

Zu diesen Uebelständen kommen noch die in der Regel vorhandenen Differenzen zwischen der Intensität der Beleuchtung im Gesichtsfelde und derjenigen an den äusseren Ablesungs-Einrichtungen der Schraube hinzu. Es würde hiernach schon als eine wesentliche Verbesserung zu erachten sein, wenn die Mechaniker künftig darauf Bedacht nehmen wollten, dass die äusseren Ablesungseinrichtungen für mikrometrische Einstellungen unter denselben Accommodationsverhältnissen des Auges und mit denselben Beleuchtungsstärken beobachtet werden könnten, wie die Bilder im Gesichtsfelde, wenn nämlich geeignete feste Lupen und Lichtführungen für alle diese Ablesungen am Körper des Apparates angebracht wären. (Bewegliche oder ganz lose, jedesmal von dem Beobachter zur Hand zu nehmende Lupen dienen unter Umständen eher zur Erschwerniss der Manipulationen.)

Durch Hinzufügung der erwähnten Verbesserungen der Ablesungseinrichtungen würden aber noch nicht alle Uebelstände beseitigt, welche unter Umständen aus der Nothwendigkeit, zwischen den mikrometrischen Einstellungen auch die äusseren Ablesungen an der Schraube zu machen, hervorgehen. Ich sehe ganz davon ab, dass der Beobachter jene Ablesungen sofort aufzuzeichnen und dabei sich wieder jenen Uebelständen der Accommodationswechsel des Auges auszusetzen hat; denn diesem Uebelstande kann, wenn auch nicht ohne starke Vermehrung des Aufwandes, dadurch abgeholfen werden, dass man einen Gehülfen, dem dictirt wird, heranzieht. Der grösste Uebelstand besteht aber unter Umständen in den mit den Zwischen-Ablesungen verbundenen Zeitverlusten, welche bei gewissen Vorgängen im Gesichtsfelde, z. B. bei verhältnissmässig schnellen Bewegungen der Objecte durch dasselbe, von grosser Bedeutung sind.

Schliesslich dürfte es überhaupt einleuchtend sein, dass die Einrichtungen, welche es erlauben, alle vereinzelt Ablesungen und Aufzeichnungen zu unterlassen, und die Einstellungsresultate erst nach dem Schlusse einer ganzen Reihe mit aller Ruhe und Homogenität der Arbeit aus den graphischen Gesamtaufzeichnungen zu entnehmen, eine sehr grosse Verminderung des gesammten Aufwandes an Zeit und Anstrengung bei Messungen aller Art ermöglichen werden.

Ueber Einrichtungen dieser Art bietet die Litteratur, soviel mir bekannt ist, nur wenig. Ein Repetir-Mikrometer von Joseph A. Rogers ist in den Astronomischen Nachrichten Bd. 63 No. 1493 beschrieben worden. Dasselbe erlaubt jedoch nur eine beschränkte Zahl von Wiederholungen ohne zwischenliegende Ablesungen.

Sodann haben die Herren Repsold in Hamburg und Prof. Vogel in Potsdam Registrir-Einrichtungen für Mikrometer angegeben und zur Ausführung gebracht, über welche wohl demnächst Publicationen zu erwarten sind. Das Princip dieser Einrichtungen weicht jedenfalls derartig von der von mir weiter unten anzugebenden Einrichtung ab, dass ich es unterlassen kann, an dieser Stelle auf dieselben näher einzugehen.

Der oben erwähnte Declinograph von R. Fuess erfüllt die Aufgabe sehr gut, aber nur für Mikrometer-Messungen von geringerer Genauigkeit. Man begiebt sich dabei des besonderen Vorzuges der Mikrometer-Schraube, welcher darin besteht, dass sie sehr kleine, in der Richtung ihrer Axe erfolgende Linearbewegungen durch

Drehungsbewegungen mit verhältnissmässig grossem Radius, d. h. an ihrer Trommel, durch sehr bequeme Schätzungen mit blossem Auge ablesbar macht. Man benutzt nämlich bei diesem Declinographen die Schraube bloss als Bewegungsmittel für die Einstellungen der beweglichen Mikrometer-Striche oder -Fäden auf die Objecte im Gesichtsfelde, und man registriert nur die in der Richtung der Axe der Schraube erfolgten Bewegungen einer Stahlspitze gegen eine andere unbewegte Stahlspitze durch Andrückung eines gespannten Papierstreifens gegen beide Spitzen. Die auf diese Weise auf dem Papierstreifen aufgezeichneten Abstände der beweglichen Spitze von der festen sind alsdann durch mehr oder minder feine Linearmessung, entweder mit unbewaffnetem Auge mittels einer aufzulegenden fein getheilten Glasplatte oder durch Abbildung in einem in der Bildebene mit Glasmikrometer u. s. w. versehenen Mikroskop zu ermitteln.

Wird nur eine verhältnissmässig geringe Genauigkeit dieser Linearmessungen verlangt, wie bei den Massenbeobachtungen, für welche der Declinograph ursprünglich bestimmt ist, dann ist das ganze Verfahren durchaus rationell. Unter Umständen würde man aber, wenn man eine solche mit aller Feinheit, z. B. durch einen Russchreiber auf Papier fixirte Linearstrecke nachträglich auf das Schärfste ausmessen wollte, wieder zu einem Mikroskop mit Mikrometerschraube seine Zuflucht nehmen müssen. In letzterer Gestalt aber würde das ganze Verfahren sich als ein sehr schwerfälliges und in vieler Beziehung ungünstiges darstellen und lediglich den Vortheil gewähren, dass man im entscheidenden Augenblick, nämlich bei den Beobachtungen schnell bewegter oder veränderlicher Objecte die Möglichkeit einer grösseren Anzahl auf einander folgender Einstellungen gewinnt, die man später in Ruhe, aber mit grösserer Mühe und doch geringerer Genauigkeit abliest.

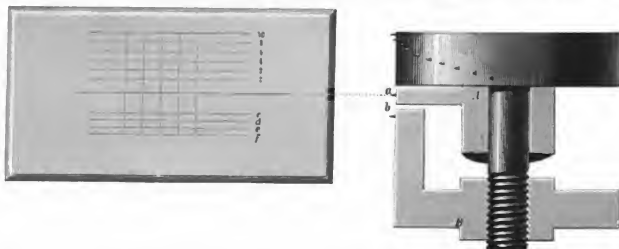
Eine noch allgemeiner verwertbare, genauere und directere Methode der graphischen Aufzeichnung mikrometrischer Schraubeneinstellungen wird sich das Ziel setzen müssen, die jedesmalige Drehungsphase der Schraube oder die jedesmalige Trommel-Einstellung und ausserdem die Nummer der ganzen Schraubenumdrehung in angemessener Weise zu registriren, so dass nachher keine neue mikrometrische Ausmessung nothwendig ist, sondern aus der Zahl der Umdrehungen und dem Drehungswinkel der Schraube unmittelbar mit Hilfe des Linear- oder Winkelwerthes einer ganzen Schrauben-Umdrehung sich durch blosse Schätzung mit dem Auge die jedesmalige Lage der zum Einstellen benutzten Mikrometerpunkte im Gesichtsfelde bequem und scharf genug ergibt.

Die Registrirung der ganzen Schraubenumdrehungen wird hierbei ganz in derselben Weise stattfinden können, wie die Registrirungen bei dem Fuess'schen Declinographen geschehen, von welchem auch sonst die sehr zweckmässigen Einrichtungen zur Bewegung und Andrückung des Papierstreifens zu entlehnen sein werden. Der Abstand einer durch die Schraube bewegten Spitze von einer festen Spitze, aufgezeichnet auf dem Papierstreifen, wird selbst mit ganz einfachen Mitteln z. B. mit Auflegung einer Glasscale, stets sicher und bequem genug über die Nummer der vollen Schraubenumdrehung entscheiden, bei welcher die Einstellung stattgefunden hat, denn es wird selten vorkommen, dass Mikrometerschrauben angewandt werden, deren Ganghöhe erheblich kleiner ist, als 0,2 mm.

Mit der Aufzeichnung der ganzen Schraubenumdrehung auf dem Papierstreifen verbindet sich die Aufzeichnung der jedesmaligen Stellung der Schraubentrommel

in folgender Weise. Auf dem Rande der Schraubentrommel befinden sich ausser der Stricheintheilung derselben oder, wenn lediglich die Registrirung und keine sonstige Ablesung der Schraubenstellung beabsichtigt wird, anstatt der Stricheintheilung eine Reihe von Stiften, welche stufenförmig in gleichen Abständen angeordnet und mit feinen Spitzen versehen sind.

In der Figur ist eine so armirte Schraube schematisch dargestellt. Der erste Quadrant des Trommelumfangs ist hier mit 11 Spitzen versehen, durch welche die



Zahlen 0—10 dargestellt werden sollen. Unterhalb der Trommel, auf dem Schlitten *B*, welcher den beweglichen Faden trägt, befindet sich die Spitze *b*, welche wie beim Fuess'schen Declinographen zur Angabe der ganzen Schraubenumdrehungen dient. Endlich ist zwischen dieser und der Trommel an dem festen, zum Rahmen gehörigen Theile *A* des Apparates die Spitze *a* angebracht, welche den Indexpunkt bildet. Gegen diese Spitzen wird der Papierstreifen angedrückt, welcher sich in derselben Richtung (winkelrecht zur Schraubenaxe) fortbewegt, wie bei dem Fuess'schen Declinographen.

Je eine der Spitzen der Trommel wird sich stets nahe in der Verlängerung der durch den Abdruck der beiden anderen Spitzen (*a* und *b*) auf dem Papierstreifen angegebenen Richtung und, wie die Figur ebenfalls erkennen lässt, gleichzeitig mit den letzteren nahezu in der Ebene des Papierstreifens befinden. Nur in den Fällen, in welchen die durch die beiden Spitzen *a* und *b* gelegte Richtung gerade in der Mitte zwischen zwei Spitzen des Trommelumfangs durchgeht, werden sich zwei einander benachbarte Spitzen auf dem Papierstreifen eindrücken.

Man ersieht sofort, insbesondere wenn man zur Ablesung auf dem Papierstreifen eine mit angemessener Stricheintheilung wie in der Figur versehene Glasplatte zu Hülfe nimmt, wie, nachdem aus dem Abstände der Spitzen *a* und *b* von einander die Nummer der ganzen Schraubenumdrehung bekannt geworden ist, aus der Stellung, welche die Abdrücke der Spitzen des Trommelumfangs auf dem Papierstreifen zu den Eintheilungsstrichen der Glasplatte einnehmen, durch die bequemste Schätzung die jedesmalige Trommelstellung innerhalb des auf die angegebene Weise bezeichneten Quadranten gefunden werden kann.

Der Papierstreifen muss eine Breite haben, welche vom obern Rande der Schraubentrommel bis zur untersten Stellung der beweglichen Spitze *b* reicht. In der Längsrichtung des Streifens braucht jedoch nur ein solcher Theil desselben zur



Berührung mit den Spitzen zu gelangen, welcher wenig breiter ist, als das Intervall zwischen zwei Spitzen der Trommel, wie sogleich aus dem Gebrauch der in der Figur abgebildeten Scale zum Ablesen des Streifens hervorgehen wird.

Diese Glasscale ist so getheilt, dass der starke Strich in der Mitte mit der Indexspitze *a* zusammenfallend gedacht, die darüberstehenden mit 0 2 4 6 8 10 bezeichneten Striche mit den die gleichen Zahlen bedeutenden Spitzen der Trommel zusammenfallen, und die die ungraden Zahlen darstellenden Spitzen demnach zwischen den Strichen zu liegen kommen.

Die Striche *c*, *d*, *e* stehen in einem Intervalle gleich einer Ganghöhe von einander ab, und geben die Nummer einer ganzen Schraubenumdrehung an. Achtet man beim Ablesen des Papierstreifens darauf, dass einer der Striche, welche auf die bisher besprochenen senkrecht gezogen sind, und in einem Intervalle gleich demjenigen der Trommelspitzen von einander abstehen, mit der Richtung *a b* zusammenfällt, so kann man noch den Abstand der zum Abdruck gelangten Trommelspitze von der Linie *a b*, oder mit anderen Worten Bruchtheile von Spitzen-Intervallen der Schraubentrommel abschätzen.

Ist die Steigung der Schraube hinreichend gross, so wird man alle vier Quadranten der Trommel in analoger Weise bezeichnen können, und dann bloss den Spitzen-Abstand *a b*, welcher die ganzen Umdrehungen angiebt mit Hülfe einer entsprechenden feineren Eintheilung auf der Glasplatte so abzuschätzen haben, dass man der Identificirung des jedesmal zum Abdruck gelangenden Trommelquadranten sicher ist.

Bei geringeren Steigungen der Schraube, bei welchen man durch Registrirung des Ortes der Spitze *b* nicht hinreichend bequem und sicher zur Identificirung des Trommelquadranten gelangt, wird es leicht sein, in irgend einer Weise die Anordnung der Registrirspitzen auf dem Trommelumfange so abzuändern, dass man unmittelbar an der Stellung der von ihnen hervorgebrachten Marken den Quadranten erkennt.

Wenn z. B. die Andrückung des Papierstreifens so angeordnet wird, dass immer je zwei benachbarte Trommelspitzen zum Abdruck gelangen, so braucht man blos, etwa unter Vergrößerung der Höhe der Trommel, in den ersten beiden Quadranten eine aufsteigende Reihe von Spitzen, und in den letzten beiden Quadranten eine absteigende Reihe einzurichten.

Zweckmässiger wird es unter Umständen sein, nicht zwei neben einander stehende Trommelspitzen, sondern zwei in der Richtung *a b* über einander stehende Spitzen abzudrucken. Alsdann wird die Einrichtung etwa so zu treffen sein, dass man zwar in allen vier Quadranten die Stufenfolge der Registrirspitzen gleichmässig so ausführt, wie in der in der Figur angegebenen Weise, im zweiten, dritten und vierten Quadranten aber eine zweite Reihe von Spitzen über den ersteren stehend in Abständen von den ersteren, die für jeden Quadranten verschieden sein können, entweder gleichlaufend zu der Stufenfolge, oder was vielleicht im Sinne der Einschränkung der Höhendimensionen der Trommel zweckmässiger ist, parallel zum Rande der Trommel anbringt.

Es bietet nämlich die Registrirung über einander stehender Spitzen gegenüber derjenigen neben einander stehender den Vortheil, dass man den zum Andrücken gelangenden Theil des Streifens in der Längsrichtung desselben kleiner wählen

kann. Ausserdem könnte die Divergenz neben einander stehender Spitzen bewirken, dass das Losreißen des Streifens mehr Kraft erfordert.

Ausser derartigen Anordnungen sind gewiss noch eine grosse Anzahl von Variationen der Einrichtung denkbar.

Besondere Sorgfalt wird natürlich darauf zu verwenden sein, dass durch das Andrücken des Papierstreifens an die Schraubentrommel keine Verstellung derselben gegen eine feste Richtung hervorgebracht wird. In dem vorliegenden Falle wird dieses leicht dadurch zu erreichen sein, dass man die beiden Spitzen *a* und *b* um ein Geringes weiter vorstehend macht, so dass, indem diese in den Papierstreifen zuerst eindringen, sie denselben auch sogleich festhalten, und es dadurch unmöglich machen, dass laterale Wirkungen entstehen.

In dem Fuess'schen Declinographen ist bekanntlich die zur Sonderung der aufeinander folgenden Registrirungen verschiedener Schraubeneinstellungen nöthige Fortbewegung des Streifens in einer und derselben Richtung dadurch hervorgebracht, dass jede Veränderung der Schraubeneinstellung, gleichviel in welchem Sinne sie erfolgt, jenes Fortrücken des Streifens hervorbringt. Man könnte gegen diese Benutzung der Mikrometerschraube zur Hervorbringung einer anderweitigen Bewegung, als der für die Mikrometer-Einstellungen erforderlichen Bedenken erheben, insofern dadurch nach vollzogener Einstellung unter Umständen Nachbewegungen der Schraube und entsprechende Verfälschungen der Ablesungen hervorgebracht werden könnten. Es erscheint jedoch nach den beim Declinographen gemachten Erfahrungen bei gehöriger Sorgfalt der bezüglichen Ausführungen hinreichend gesichert, dass die erwähnte Ausnutzung der Einstellungs-Bewegungen der Mikrometerschraube keinen ernststen Uebelstand bildet.

Dessenungeachtet wird es doch zu empfehlen sein, die Mikrometerschraube nicht mit der Fortbewegung des Streifens zu belasten, sondern hierfür einen kleinen Federmechanismus einzurichten, welcher nach geschelener Registrirung ausgelöst wird, etwa durch die Vorrichtung, durch welche der Streifen von den Spitzen losgerissen wird. Eine solche Einrichtung würde ausserdem die Annehmlichkeit bieten, dass der Streifen stets um gleiche Intervalle fortbewegt wird.

Die Andrückungen des Papierstreifens an die Registrirspitzen werden mit besonderer Gleichförmigkeit ausgeführt werden können, wenn man den Druck nicht unmittelbar mit der Hand, sondern durch Vermittelung eines kleinen pneumatischen Apparates erzielt<sup>1)</sup>.

Sollte befürchtet werden, dass dieses Andrücken einen schädlichen Einfluss auf die Mikrometerschraube ausüben könnte, so kann dem leicht abgeholfen werden, z. B. dadurch, dass man unmittelbar über der Schraubentrommel die Axe der Schraube noch durch ein festes Lagerstück stützt.

<sup>1)</sup> Bei dem Fuess'schen Declinographen werden die Andrückungen des Papierstreifens durch einen Kolben bewirkt, welcher sich in Folge des Zusammendrückens und Loslassens eines Gummiballes in einem Hohlzylinder hin- und herbewegt (s. den vorerwähnten Bericht über die wissensch. Instr. a. d. Berl. Gewerbe-Ausstellung). Das Nämliche hat der hiesige Mechaniker Herr Wanschaff dadnrch erreicht, dass er den Cylinder mit beweglichem Kolben durch eine federnde Blechbüchse ersetzte, welche sich beim Zusammendrücken des Gummiballes ausdehnt und dadurch das Andrücken des Streifens bewirkt. Es verdient bemerkt zu werden, dass bei schnell aufeinanderfolgenden Beobachtungen, welche beiden Händen vollauf zu thun geben, das Zusammendrücken des Gummiballes am besten mit dem Fusse geschieht.

Wie bei allen Registrirbeobachtungen wird es zweckmässig und mit den vorhandenen Mitteln leicht ausführbar sein, grössere Reihen von Registrirungen der Schraubenstellung zur Sicherung der Reihenfolge und Identificirung der einzelnen durch passende Merkzeichen von einander zu trennen, indem man z. B. auf dem Streifen durch eine gewisse Anzahl von Wiederholungen gleichartiger Registrirungen sogenannte Signale giebt. Die Construction des Fuess'schen Declinographen gestattet jedoch in einfacherer Weise einen Bleistiftstrich unmittelbar hinter der letzten Registrirung einer Zone zu ziehen.

## Demonstrationsthermometer.

Von

Prof. Dr. A. Weinhold in Chemnitz.

Nach der im Druck befindlichen 3. (Schluss-) Lieferung der „Physikalischen Demonstrationen“ des Verfassers (Leipzig, Quandt & Händel).

Das für den gewöhnlichen Gebrauch so handliche Quecksilberthermometer ist für Vorlesungsversuche nur sehr wenig verwendbar wegen der Kleinheit seiner Scala, die keine Ablesung aus irgend nennenswerther Entfernung gestattet. Das nachstehend beschriebene Instrument soll diesem Mangel nach Möglichkeit abhelfen. Es ist ein Luftthermometer mit constantem Volumen, einer Scala, welche die Ablesung der Temperatur direct, d. h. ohne jede Rechnung, ermöglicht und mit automatischer Einstellvorrichtung.

An einer eisernen Säule mit Dreifuss ist eine Holzschiene *SS* Fig. 1 befestigt, die mit einer von oben bis unten durchgehenden Schwalbenschwanznuth und mit einer ähnlichen, aber kürzeren und breiteren Nuth im linken unteren Theile versehen ist. In der letzteren gleitet ein Schieber *s, s*, der sich um 100 mm der Höhe nach verschieben und mittels der Klemme *k* feststellen lässt. Dieser Schieber trägt das gläserne Reservoir *r*, das nach oben in ein enges (Thermometer-) Rohr ausläuft; an das obere Ende dieses engen Rohres ist ein anderes von ca. 2 mm lichter Weite angeschmolzen und in dieses ein sehr dünnes, weiches Kupferrohr (sog. genannter Hohl draht, 1 mm stark, 0,8 mm weit und 1,5 bis 2 m lang) eingeztzt mittels eines Kittes aus 1 Th. Kautschuk und 2 bis 3 Th. Kolophonium<sup>1)</sup>; der Kitt füllt den ganzen, ca. 100 mm. langen Zwischenraum zwischen der Aussenwand des Kupferrohres und der Innenwand des 2 mm weiten Glasrohres vollständig aus. Das andere Ende des Kupferrohres ist in ganz derselben Weise, wie das erste mit *r*, verbunden mit dem Thermometergefässe *t*; an der Austrittsstelle des Kupferrohres sind die Glasröhren trompetenartig erweitert, um ein Umknicken des Kupferrohres zu vermeiden. Das Reservoir *r* ist mit zwei Hähnen *h*<sub>1</sub> und *h*<sub>2</sub> versehen; ein Platindraht *p*<sub>1</sub> ist etwa in der Mitte des Reservoirs, ein anderer *p*<sub>2</sub> dicht unter der Ansatzstelle des engen Rohres eingeschmolzen; zwei Federn *ff* stellen eine elektrisch leitende Verbindung der Platindrähte mit den Messingstreifen *m m* her. Die Höhenstellung

<sup>1)</sup> Es wird auch möglich sein, an das Kupferrohr kurze Stücke eines Platinrohres von gleicher Dicke und Weite anzulöthen, und diese direct in die Glastheile einzuschmelzen; es muss nur dann durch ein übergeschobenes Mantelrohr eine Biegung des Platinrohres in der Nähe der Einschmelzstelle und ein dadurch veranlassetes Losspringen desselben vom Glase verhindert werden.

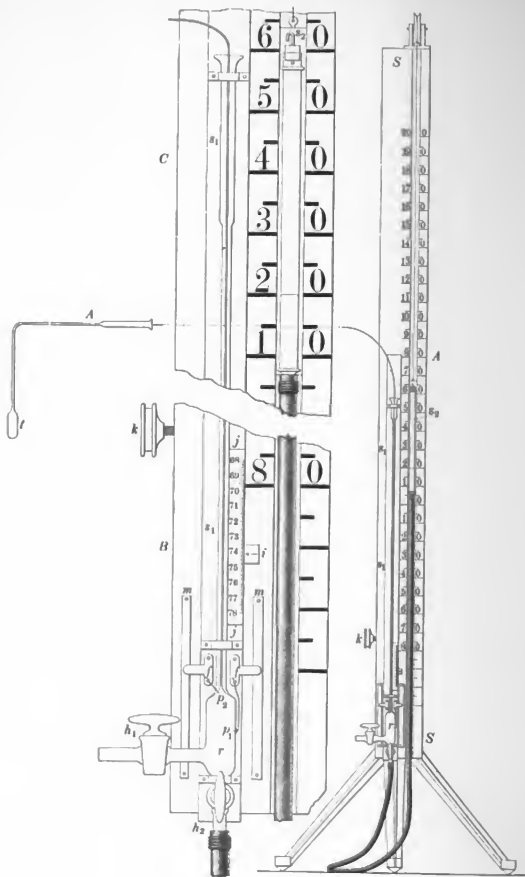


Fig. 1.

(A A. '1, nat. Gr. B, C. '2 nat. Gr.)

des Schiebers  $s_1$ , muss nach dem jeweiligen Barometerstande justirt werden; dazu dient die 100 mm lange Justirungsscala  $j j$ , die mit einer von oben nach unten laufenden Bezeichnung von 680 bis 780 versehen ist; man klemmt den Schieber in solcher Höhe fest, dass der feste Index  $i$  auf die dem Barometerstande entsprechende Zahl der Justirungsscala zeigt<sup>7)</sup>. In der langen Nuth der Schiene  $SS$  gleitet ein kürzerer Schieber  $s_2$ , der ein oben offenes Manometerrohr trägt, dessen unteres Ende durch einen umspannenen Schlauch von schwarzem Kautschuk mit dem Hahne  $h_2$  communicirt; der Schlauch, das Reservoir  $r$  und ein Theil des Manometerrohrs sind mit Quecksilber gefüllt; der Schieber  $s_2$  wird getragen durch eine Darmsaite, die über eine Rolle am oberen Ende des Apparates nach der Rückseite läuft nach der automatischen Bewegungsvorrichtung. Enthält das Thermometergefäss die richtige Menge trockner Luft und ist der Hahn  $h_2$  geöffnet ( $h_1$  bleibt nach der Zusammensetzung des Apparats dauernd geschlossen), so zeigt die Quecksilberkuppe in dem beweglichen Manometerrohre an der auf  $SS$  befindlichen Scala die Temperatur von  $t$  an, sobald das Quecksilber in  $r$  eben den Draht  $p_2$  berührt. Das Manometerrohr ist bis zur Hälfte seiner Dicke in den Schieber  $s_2$  eingelassen, um einen parallaxtischen Ablesungsfehler möglichst zu vermeiden; die Scala ist von 5 zu 5<sup>o</sup> getheilt und der Abstand der Theilstriche beträgt etwa 20 mm, so dass man noch aus ziemlicher Entfernung einzelne Grade schätzen kann. Da die Luft in den Röhren, welche  $t$  mit  $r$  verbinden, die zu messende Temperatur nicht mit annimmt, sondern die Zimmertemperatur behält, so sind die Theile der Scala nicht ganz gleich gross, sondern werden nach oben ein wenig kleiner; natürlich muss die Scala für jedes einzelne Instrument mit Rücksicht auf das Volumenverhältniss vom Thermometergefäss und Communicationsröhren eigens entworfen werden. Die erhebliche Grösse der Theilung wird dadurch erreicht, dass der Druck in  $t$  bei 0<sup>o</sup> circa gleich dem einer 1200 mm hohen Quecksilbersäule gemacht wird. Um den Zuhörern auch die unteren Theile der Scala sichtbar zu machen, stellt man den Apparat auf einen Untersatz von passender Höhe.

Auf der Rückseite von  $SS$  befindet sich ein elektromagnetisches Relais; die Enden der Leitung der Elektromagnetenwindungen sind mit den Messingstreifen  $m m$  dauernd verbunden und werden beim Gebrauche des Apparates in Verbindung gesetzt mit den Polen eines galvanischen Elementes von mässiger elektromotorischer Kraft, am bequemsten eines nicht zu kleinen Leclanchéelementes. Der Strom dieses Elementes umkreist den Elektromagneten und hält den Anker desselben dauernd angezogen, so lange das Quecksilber in  $r$  den Draht  $p_2$  nicht berührt; sobald die Berührung eintritt, entsteht eine kurze Nebenschliessung (durch  $p_1$ ,  $f f$  und  $m m$ ), durch welche der

<sup>7)</sup> Die Höhe des Quecksilberstandes im Barometer ist ohne Reduction zu nehmen, da auch die Quecksilbersäule im Manometerrohre unreducirt bleibt; es soll nur das Barometer Zimmertemperatur haben; die kleinen Schwankungen der Zimmertemperatur können bei der mit dem Demonstrationsthermometer erreichbaren Genauigkeit unberücksichtigt bleiben. Auf der Rückseite der Schiene  $SS$  lässt sich ein Barometer zum Zwecke der Justirung des Schiebers  $s_1$ , anbringen; man könnte auch anstatt des hier angenommenen, offenen Manometerrohres ein oben geschlossenes, luftleeres anbringen und so das Instrument von den Schwankungen des Luftdrucks unabhängig machen (der Schieber  $s_1$ , würde dann wegfallen und  $r$  direct auf  $SS$  befestigt werden); der Apparat würde aber dadurch schwieriger zu montiren, ca.  $\frac{3}{4}$  m höher und weniger transportabel werden; er würde dann nicht mehr in aufrechter Stellung durch eine Zimmerthür von gewöhnlicher Höhe gehen.

grösste Theil des Stromes geht; der kleine, dann den Elektromagneten noch umkreisende Bruchtheil des Stromes vermag den Anker nicht mehr festzuhalten<sup>2)</sup>. Der Anker bildet den beweglichen Theil eines Commutators; auf derjenigen seiner Flächen, welche von den Elektromagnetpolen abgewendet ist, liegen durch Horn Gummi isolirt parallel neben einander zwei dünne Stahllamellen (Stücke von Uhrfedern), welche nach beiden Seiten über die Endflächen des Ankers vorragen; auf der einen Seite sind sie in etwa 18 mm Entfernung unter einander isolirt befestigt, auf der anderen Seite tragen sie in etwa 12 mm Entfernung kleine Platinknöpfechen, die so in Löcher der Lamellen eingienietet sind, dass sie auf beiden Flächen der Federn etwas vorragen. Die zwei Platinknöpfechen liegen zwischen den Platinstiften von vier paarweise zu beiden Seiten der Lamellen angebrachten Contactschraubchen; im Ruhezustand werden die Knöpfechen durch die Elasticität der Stahllamellen gegen das eine Contactpaar angedrückt. Wird der Anker vom Elektromagneten angezogen, so legen sie sich an das andere Contactpaar; die einzelnen Contacte der beiden Paare sind kreuzweise untereinander verbunden, so dass ein Strom, der durch die eine Stahllamelle zu- durch die andere abgeleitet wird, eine mit dem Contacte verbundene Leitung je nach der Stellung des Ankers in einer oder in der entgegengesetzten Richtung durchläuft. Die Darmsaite, welche der Schieber  $s_2$  trägt, ist befestigt an einer Walze von 76 mm Länge und 10 mm Durchmesser, auf welche eine schraubenförmig laufende Rinne (1,5 mm Steigung) geschnitten ist, damit sich die Saite bei der Bewegung der Walze regelmässig auf und abwickelt. Diese Walze wird mit Hilfe einer starken Räderübersetzung bewegt durch einen kleinen Pacinotti'schen (Gramme'schen) Motor, zu dessen Betrieb ein Bunsenelement mit Salpetersäurefüllung dient. Von dem zum Ansetzen der Leitungsdrähte dienenden Klemmschrauben ist die eine in dauernder Verbindung mit den Umwindungen des festen Elektromagneten dieses Motors, die andere mit dem festen Ende der einen Stahllamelle am Relais; das zweite Ende der Elektromagnetenwindungen ist dauernd verbunden mit dem festen Ende der anderen Stahllamelle und endlich sind die Schleifcontacte des rotirenden Ankers verbunden mit den Contactschrauben, zwischen denen die Platinknöpfe an den freien Enden der Stahllamelle spielen; es wird also der Strom den festen Elektromagneten des Motors in gleichbleibender Richtung umfliessen, während er den Ringanker in entgegengesetzten Richtungen umfliesst und somit eine Bewegung des Motors in entgegengesetzten Richtungen bewirkt, je nachdem der Anker des Relais in der Ruhe- oder in der Arbeitsstellung ist<sup>4)</sup>.

Die Verbindung der Theile ist so angeordnet, dass durch die Drehung des Ankers die Darmsaite auf ihre Walze aufgewickelt, also  $s_2$  gehoben wird, solange der Relaisanker angezogen ist, also so lange das Quecksilber in  $r$  den Draht  $p_1$  noch nicht berührt; sobald diese Berührung eintritt und infolge der kurzen Nebenschliessung der Relaisanker abfällt, wickelt der Motor die Darmsaite von ihrer Walze ab und senkt also  $s_2$ . Die Folge davon ist, dass das Manometerrohr immer

<sup>2)</sup> Das Relais darf nicht durch Stromunterbrechung, sondern muss durch Nebenschliessung bewegt werden, damit nicht in  $r$  merkliche Funken auftreten, welche das Quecksilber verflüchtigen und dadurch die Glaswandung verunreinigen würden.

<sup>4)</sup> Welche der beiden Klemmschrauben man mit dem positiven Pole des Bunsenelementes verbindet, ist natürlich ohne Einfluss auf die Drehungsrichtung, weil ein Wechsel der Batteriepole den Strom sowohl im festen Elektromagneten, als auch im rotirenden Anker umkehrt.

kleine Oscillationen um die der Temperatur von  $t$  entsprechende Stellung macht, so lange das Relais mit dem Leclanché- und der Motor mit dem Bunsenelement verbunden ist<sup>5)</sup>. Damit aber diese Oscillationen wirklich so klein ausfallen, dass eine Ablesung der Stellung des Quecksilberspiegels ohne Schwierigkeit ist, muss die Bewegung des Manometerrohres eine recht langsame sein; die Uebersetzung ist so eingerichtet, dass einer Umdrehung des Ringankers nur eine Hebung oder Senkung des Rohres um etwa  $\frac{1}{8}$  mm entspricht; dabei beschränken sich die Oscillationen auf eine Weite von etwa  $\frac{1}{8}^\circ$  der Scala. Man kann eine von den Schrauben, welche die zugleich als Brems wirkenden Contactfedern des Motors spannen, zur Regulirung des Ganges benutzen; man löst dieselbe etwas, wenn bei einer raschen und bedeutenden Temperaturänderung das Instrument rasch die neue Stellung annehmen soll und zieht sie dann wieder etwas an, wenn die schliessliche Einstellung mit möglichst geringer Oscillation erfolgen soll.

Ist der Apparat zusammengesetzt, so stellt sich die bewegliche Quecksilberkuppe immer von selbst auf die der Temperatur des Gefässes  $t$  entsprechende Stelle der Scala ein und da dieses Gefäss wegen der grossen Biegsamkeit des Kupferrohres sehr beweglich ist, so kann man den Apparat ziemlich ebenso benutzen, wie ein gewöhnliches Thermometer und mit dem Vortheile, dass die Zuhörer die Temperaturen selbst ablesen. Hat man einmal gezeigt, dass das Quecksilber sich auf die richtigen Punkte der Scala einstellt, wenn man  $t$  einmal in Eis, einmal in den Dampf siedenden Wassers bringt, so wird man den Apparat auch benutzen können, ohne auf die Wirkungsweise desselben im Detail einzugehen — man gebraucht ja auch das Quecksilberthermometer, ohne dass man, beziehentlich bevor man die Wirkungsweise eingehend erläutert.

Da sich die Scala nach den eingeschlossenen Luftquantum richtet, so muss das Instrument gleich vom Mechaniker mit dem richtigen Quantum trockner Luft gefüllt geliefert werden; das Quecksilber aber muss für den Transport aus dem Reservoir  $r$  ganz entfernt werden, damit nichts davon in das enge Rohr, welches das Reservoir

<sup>5)</sup> Der Doppелеlektromagnet des Motors ist gebildet aus zwei Schmiedeeisenplatten von 130 mm Länge, 57 mm Breite und 6 mm Dicke, die in ihrem mittleren Theile etwas verdickt und derart cylindrisch ausgehöhlt sind, dass sie den rotirenden Anker möglichst dicht umschliessen; an den Enden sind sie verbunden durch Eisenplatten von 57 . 24 . 8 mm. Die vier flachen Spulen des Doppелеlektromagneten haben je 120 Windungen circa 0,8 mm dicken Kupferdrahtes (ohne Umspinnung gemessen) in 3 Lagen übereinander; je zwei derselben sind parallel geschaltet. Der cylindrische Kern des rotirenden Ankers hat 32 mm inneren, 42 mm äusseren Durchmesser, ist in der Axenrichtung 36 mm lang und mit 144 Windungen von ca. 0,6 mm starkem Kupferdraht umgeben; die Windungen bilden nur eine Lage und sind in 12 Sektoren getheilt; die Leitungen von den 12 Verbindungsstellen gehen nach 12 kurzen, dicken Kupferdrähten, welche parallel der Axe des Ankers um diese angeordnet sind und für den Fall einer Abnutzung durch sehr vielfachen Gebrauch leicht ausgewechselt werden können. Zur Zuleitung des Stromes dienen auf jeder Seite zwei schmale Bündel nebeneinander liegender Kupferdrähte, die in messingne, um Zapfen drehbare Klemmen gefasst sind; die Drahtbündel sind so gebogen, dass sie Stücke eines Cylindermantels bilden, dessen Durchmesser wenig grösser ist, als derjenige der Trommel, welche von den 12 dicken, der Axe parallelen Kupferdrähten gebildet wird; dadurch wird erreicht, dass die Bündel beim Darunterweggleiten der Drähte nur wenig bewegt werden. Dünne Stahlfedern drücken die Bündel gegen die Trommel; sie können durch Schrauben nach Bedarf gespannt werden; eine dieser Schrauben hat einen verhältnissmässig grossen, geränderten Kopf, damit man sie bequem handhaben kann; das Drahtbündel, welches sie andrückt, kann als Brems zur Regulirung der Drehungsgeschwindigkeit des Ankers benutzt werden.

mit dem Thermometergefäß verbindet oder in dieses Gefäß selbst gerathen kann. Zu diesem Zwecke wird das bewegliche Manometerrohr von der Saite abgenommen und vorsichtig so tief gesenkt, dass alles Quecksilber aus  $r$  durch den Hahn  $h_2$  nach dem Kautschukschlauche fließt, aber durchaus keine Luft aus  $r$  mit entweicht; hierauf wird  $h_2$  geschlossen, das bewegliche Manometerrohr möglichst hoch gehoben, ganz mit Quecksilber gefüllt und durch einen festen Pfropfen verschlossen, so dass es unter ziemlichem Drucke mit Quecksilber gefüllt ist und beim Transport keine Luft in dasselbe gelangen kann<sup>6)</sup>. Um den Apparat aus dem Zustande, in dem er transportirt worden ist, in gebrauchsfähigen Stand zu bringen, schiebt man zuerst die Schieber  $s_1$ ,  $s_1$  und  $s_2$  in ihre Nuthen, klemmt  $s_1$ ,  $s_1$  mit der Schraube  $k$  fest, hängt  $s_2$  mit dem Manometer an der Darmsaite auf, giebt ihm die höchste, mögliche Stellung, entfernt den Verschlusspfropfen und ersetzt ihn durch einen anderen Pfropfen, durch welchem ein enges, oben umgebogenes, beiderseits offenes Glasröhrchen geht, das der Luft den Zutritt zum Manometerrohre gestattet, das Hineinfallen von Staub aber möglichst verhindert. Hierauf öffnet man vorsichtig den Hahn  $h_2$  ein wenig und schliesst ihn wieder, sobald sich  $r$  etwa zur Hälfte mit Quecksilber gefüllt hat — sollte dabei eine Luftblase in dem nach dem Hahne  $h_1$  führenden Röhrchen sitzen bleiben, so neigt man den Apparat stark nach links, damit sich dieselbe nach  $r$  begiebt. Dann bringt man das Manometerrohr (durch Drehen des Räderwerks am Motor mit der Hand) in die Stellung, welche ohngefähr der gewöhnlichen Temperatur entspricht und öffnet endlich  $h_2$  vollkommen. Sobald dann noch die beiden Elemente angesetzt sind, tritt der Apparat in Wirksamkeit; ausser der Zeit des Gebrauchs gebe man dem Manometerrohr immer eine ziemlich tiefe Stellung, damit nie Quecksilber in die engen Röhren gelangen kann<sup>7)</sup>.

<sup>6)</sup> Für den Versand kommen die beiden Schieber  $s_1$ ,  $s_1$  und  $s_2$  sammt dem Manometerrohre, dem Reservoir und dem Thermometergefäß in einen Kasten für sich; die drei Füße des eisernen Stativs sind mit Schrauben angesetzt, damit man sie abnehmen kann, so dass auch die Kiste für das Stativ mit der Schiene  $SS$ , dem Motor und dem Relais nicht zu unförmlich anfällt.

<sup>7)</sup> Füllung des Apparates und Herstellung der Scala. Der Apparat wird auf zwei oder drei Stühle oder auf zwei nahe zusammengedrückte Tische so gestellt, dass der Raum unter der langen Nuth der Schiene  $SS$  frei ist; zwischen die Darmsaite und den Schieber  $s_2$  wird eine etwa meterlange, an beiden Enden mit Haken versehene Schnur eingehängt und  $s_2$  soweit heruntergelassen, dass er ganz aus der Nuth herauskommt. Nachdem man noch die Hähne  $h_1$  und  $h_2$  geöffnet hat, giesst man mittels eines aus Papier zusammengedrehten Trichters reines Quecksilber langsam in das Manometerrohr, bis dieses sammt dem Schlauche beinahe voll ist, dann schliesst man  $h_1$  und hebt und senkt  $h_2$  so oft, dass alle in dem Kautschukschlauche befindlichen Luftblasen entweder nach  $r$  oder durch das Manometerrohr entweichen; hierauf hebt man (durch Drehen am Räderwerke) das Manometerrohr so weit, dass das Quecksilber eben die Bohrung des Hahnes  $h_2$  erfüllt, aber noch nicht über diesen Hahn tritt, schliesst  $h_2$  und öffnet  $h_1$ . Ueber das horizontale Röhrchen an  $h_1$  kittet man ein gläsernes T-Rohr und in die freien Enden dieses T-Rohres lange, dünnwandige Glascapillaren, deren eine nach der Quecksilberluftpumpe führt, während die andere an einem Glashahn angekittet wird, der nach einer Trockenflasche (am besten einer Drechsel'schen Waschflasche) mit englischer Schwefelsäure führt; diese Flasche soll ziemlich hoch gefüllt sein. Nun pumpt man  $r$ ,  $t$  und die Communicationsröhren so vollkommen als möglich aus und zwar während man  $t$  auf ca. 100° erwärmt, indem man es einsenkt in einen weithalsigen Kolben mit etwas Wasser, das man dauernd im Sieden erhält — der Hals des Kolbens wird dabei lose mit Papier verstopft, damit keine kalte Luft eindringt. Hierauf öffnet man vorsichtig den nach der Trockenflasche führenden Hahn ganz wenig, so dass recht langsam, Blase um Blase, Luft zutritt. Nachdem so  $r$  und  $t$  mit Luft von nahezu atmosphärischer Spannung gefüllt sind, schliesst man



Kann das zum Betriebe des Motors dienende Bunsenelement nicht in der Nähe des Apparates aufgestellt werden (etwa auf einem Drahtnetz unter einer Glasglocke über einer Ventilationsöffnung des Experimentirtisches), sondern muss es in ein

den Luftzuführungshahn wieder, pumpt von neuem möglichst vollkommen aus, lässt wieder langsam trockne Luft zu und wiederholt dies so lange, bis sicher der Apparat von aller Feuchtigkeit befreit ist; bei Anwendung einer gut wirkenden Quecksilberluftpumpe genügt ein zwei- bis dreimaliges Auspumpen. (Um jeder Möglichkeit einer Oxydation des Quecksilbers in  $r$  vorzubeugen, kann man den Apparat mit Stickstoff füllen, indem man die Luft durch einen Kaliapparat und dann durch ein mit einem Gewirr von blankem Kupferdrahte gefülltes, glühendes Verbrennungsrohr gehen lässt, ehe sie nach der Trockenflasche gelangt — nach den Erfahrungen des Verfassers ist aber eine solche Vorsicht überflüssig.) Vor dem letzten Zutreten der Luft lässt man  $t$  erkalten und umgiebt es mit gut zerkleinertem Eise oder Schnee. Nachdem  $t$  und  $r$  mit trockner Luft gefüllt sind, schliesst man den nach dem Trockengefässe führenden Hahn und den Hahn  $h_1$ , stellt den Schieber  $s_1$ , dem Barometerstande entsprechend (wegen der Biegsamkeit der Glascapillaren kann dies leicht geschehen, wenn der Schieber vor dem Beginn des Anspannens ohngefähr an die richtige Stelle gebracht war), markirt einen Punkt der Scala vorläufig als ohngefährh Nullpunkt, welcher einem Druck von 1200 mm entspricht, welcher also um (1200 — Barometerstand) mm über dem Drahte  $p_2$  liegt, öffnet dann  $h_2$  und hebt  $s_2$ , bis das Quecksilber den Draht  $p_2$  eben berührt. Da die Volumina von  $r$  und  $t$  ohngefähr gleich gross und viel grösser, als das Volumen der Communicationsröhren sind, so wird der Druck beim Hinüberreiben der Luft aus  $r$  nach  $t$  grösser werden, als 1200 mm, das Quecksilber wird also im Manometer über den vorläufigen Nullpunkt steigen, wenn nicht durch sehr grosse Höhe der Sperrflüssigkeit im Trockengefässe der Druck in  $r$  und  $t$  erheblich kleiner geblieben war, als der Atmosphärendruck. Sollte zufällig das Quecksilber im Manometer gerade bis zum vorläufigen Nullpunkt steigen, wenn es in  $r$  den Draht  $p_2$  eben berührt, so wäre das Luftquantum eben richtig; bliebe das Quecksilber im Manometer unter 0, so wäre das Luftquantum zu klein und man müsste zuerst den Hahn, welcher nach dem Trockengefässe führt, öffnen, etwas trockne Luft nach der Pumpe saugen, dann jenen Hahn wieder schliessen,  $s_2$  soweit senken, dass sich  $r$  entleert,  $h_2$  schliessen,  $h_1$  öffnen und nun etwas von der Luft aus der Pumpe nach  $r$  treiben, um das Luftquantum zu vergrössern. Die Regel aber ist, dass man das Luftquantum etwas zu gross findet, man entzieht also dem Apparate eine kleine Portion Luft mittels der Pumpe, nachdem man durch Senken von  $s_2$   $r$  wieder von Quecksilber entleert,  $h_2$  geschlossen und  $h_1$  geöffnet hat und wiederholt diese Operation erforderlichenfalls so oft, bis das Quecksilber im Manometer sich nahezun an den vorläufig markirten Nullpunkt stellt, wenn  $s_2$  so hoch gehoben wird, dass das Quecksilber in  $r$  eben  $p_2$  berührt.

Nachdem so das richtige Luftquantum abgeglichen ist, wird  $h_1$  definitiv geschlossen und mit Schnur oder Band festgebunden; das angekittete T-Rohr sammt Capillaren u. s. w. kann nun entfernt werden. Nachdem man die gehörige Umhüllung von  $t$  mit Eis oder Schnee, die richtige Stellung des Schiebers  $s_1$ , und die eben stattfindende Berührung von  $p_2$  durch das Quecksilber nochmals controlirt hat, markirt man die Höhe der Quecksilberkuppe im Manometer nun als definitiven Nullpunkt; es schadet nichts, wenn dieser nun wenige Millimeter über oder unter dem vorläufig angenommenen liegt, weil eine kleine Abweichung des Drucks der eingeschlossenen Luft von 0° von der gewünschten Grösse 1200 mm die Grösse der Scalenthelle nur wenig verändert. Nach der Bezeichnung des definitiven Nullpunktes entfernt man  $t$  aus dem Eise und bringt es in den Dampf siedenden Wassers unter den bekannten Vorsichtsmaassregeln gegen Ueberhitzung des Dampfes. Man hebt nun  $s_2$  um so viel, dass das Quecksilber in  $r$  eben wieder den Draht berührt und markirt an der Scala die Stelle, welche die Quecksilberkuppe im Manometer jetzt einnimmt. (Die Einstellung des Manometerrohres bei der Bestimmung des definitiven Nullpunktes und des Siedepunktes kann zweckmässig durch den Motor automatisch bewirkt werden.) Den normalen Siedepunkt von 100° (für 760 mm Barometerstand) erhält man, wenn man für jedes Millimeter, um welches der wirkliche (für diesen Zweck redncirt zu nehmende) Barometerstand kleiner oder grösser ist, als 760 mm, auf der Scala um 0,15 mm anwärts oder abwärts geht, hätte man beispielsweise den Siedepunkt bei 740 mm oder 770 mm Luftdruck bestimmt, so wäre der normale Siedepunkt um 20 · 0,15 = 3 mm höher oder um 10 · 0,15 = 1,5 mm tiefer, als die beobachtete Stellung der Quecksilberkuppe. (Natürlich gelten diese Werthe der

Nebenzimmer oder in noch grössere Entfernung kommen, so Sorge man für starke Zuleitungsdrähte oder man nehme anstatt eines Elementes deren zwei — eine Noë'sche Thermosäule von 96 Elementen, die zu 48 Doppelementen combinirt werden, kann

Correction nur für die angenommenen Verhältnisse, nämlich für einen Scalenaassstab von 4 mm für 1° C.)

Der Druck im Apparate, durch Quecksilber von Zimmertemperatur gemessen, ist nun für 0° genau gleich 1200 mm, wenn der definitive Nullpunkt mit dem vorläufig angenommenen genau zusammenfällt, beziehentlich er ist um so viel grösser oder kleiner, als 1200 mm, als der definitive Nullpunkt über oder unter dem vorläufigen liegt. Dieser Druck beim Eispunkte sei  $P_0$ , der beim normalen Siedepunkte  $P_{100}$ ; letzteren findet man natürlich, wenn man zu  $P_0$  die Höhe des normalen Siedepunktes über dem definitiven Nullpunkte addirt.

Ist das Volumen des Thermometergefässes  $t$  beim Gefrierpunkte  $V$ , das der Communicationsröhren bei Zimmertemperatur  $v$  und das Verhältniss  $\frac{v}{V} = n$ , so ist nach dem Boyle-Gay-Lussac'schen Gesetz

$$P_0 \left\{ \frac{V}{273} + \frac{v}{293} \right\} = P_{100} \left\{ \frac{V(1 + 100 \cdot 0,00003)}{373} + \frac{v}{293} \right\}$$

wenn man als Ausdehnungcoefficienten der Luft  $\frac{1}{273}$ , als Temperatur der Communicationsröhren 20° und als cubischen Ausdehnungcoefficienten des Glases 0,00003 annimmt, welche Annahmen für den vorliegenden Zweck hinreichend genau sind. Daraus erhält man

$$\frac{v}{V} = n = \frac{1,07326 - 0,78788 \frac{P_{100}}{P_0}}{\frac{P_{100}}{P_0} - 1}$$

Sei ferner für irgend eine andere Temperatur  $t$  der Druck  $P$ , so hat man

$$P_0 \left\{ \frac{V}{273} + \frac{v}{293} \right\} = P \left\{ \frac{V(1 + 0,00003 t)}{273 + t} + \frac{v}{293} \right\}$$

und daraus

$$P = \frac{P_0 \left( \frac{1}{273} + \frac{n}{293} \right)}{\frac{n}{293} \left( \frac{1 + 0,00003 t}{273 + t} \right)}$$

Nach der letzten Formel berechnet man die Werthe von  $P$  für die Temperaturen von  $t = 200^\circ$  bis  $t = -100^\circ$  von 10 zu 10° und trägt endlich die Werthe  $P - P_0$  beziehentlich  $P_0 - P$  von dem definitiven Nullpunkt ans nach oben, beziehentlich nach unten auf; die Fünferstriche erhält man durch Halbierung des Abstandes der Zehnerstriche hinlänglich genau, weil sich die Grösse der Scalentheile nur sehr wenig ändert.

Was die Fehler betrifft, welche dadurch entstehen, dass das Quecksilber und die Communicationsröhren beim Gebrauche des Instrumentes nicht immer die angenommene Temperatur von 20° haben, so beträgt für die Abweichung der Zimmertemperatur um 5° (mehr wird nur ganz ausnahmsweise vorkommen) der vom Quecksilber herrührende Fehler bei einer zu messenden Temperatur von 200° etwa 0,45°, bei einer zu messenden Temperatur von 0° nur 0,25° und der von der Luft in den Communicationsröhren herrührende Fehler etwa 0,5°; auch diese Fehler kann man noch zum grössten Theile beseitigen, wenn man im einzelnen Falle die Einstellung des Schiebers  $s, s$ , nicht nach dem jeweiligen Barometerstande vornimmt, sondern so, dass man das Thermometergefäss auf eine bekannte Temperatur bringt durch Umgeben mit Eis, Dampf oder Wasser von gemessener Temperatur und dann den Schieber so stellt, dass die Quecksilberkuppe die richtige Temperatur auf der Scala anzeigt. Für Vorlesungsdemonstrationen wird sich dieses umständlichere Verfahren höchstens bei ganz abnormen Temperaturen nöthig machen, dagegen ist es zu empfehlen, wenn der Apparat, was recht wohl angeht, zu wirklichen genauen Messungen dienen soll. Um ihn für letztere brauchbar zu machen, kann man zwischen den dicken, für Ablesung aus der Entfernung berechneten Strichen noch feinere Striche für die einzelnen Grade auf

auch zum Betriebe dienen. Man kann auch zwei bis drei grossplattige Chromsäuretauchelemente benutzen; diese darf man aber nie lange eingetaucht lassen, sondern man muss ihre Platten allemal erst dann in die Flüssigkeit tauchen, wenn eine Einstellung des Thermometers erforderlich ist und muss sie nach geschehener Einstellung sofort wieder ausheben, während man bei Anwendung eines Bunsenelementes das Thermometer viele Stunden in ununterbrochener Thätigkeit halten kann.

Beim Gebrauche des Apparates wird in der Regel der horizontale oder verticale Theil des Rohres am Thermometergefäss in einen Halter geklemmt; will man dazu eine der sehr gebräuchlichen Bunsen'schen eisernen Klemmen benutzen, so benutzt man eine kleine Beilage von Kork, damit das dünne Rohr in der Klemme nicht schlottert.

Einige Beispiele mögen die Anwendung des Demonstrationsthermometers für Vorlesungszwecke erläutern.

**Erstarrungsverzug (Ueberschmelzung) des Wassers.** In einer Klemme befestigt man ein dünnwandiges Glas von der Form eines grossen Reagircylinders *g*

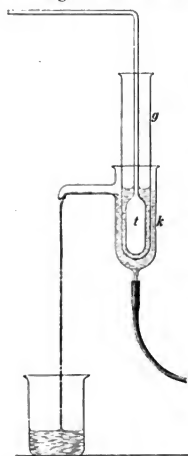


Fig. 2. ( $\frac{1}{2}$  nat. Gr.)

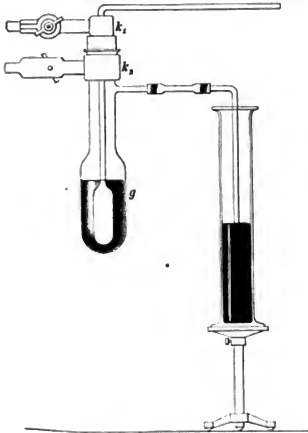
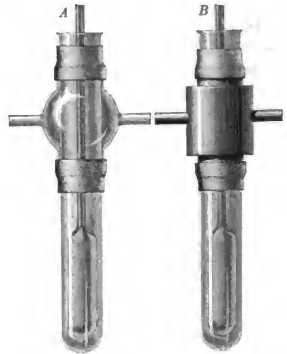
Fig. 2, in einer zweiten Klemme des nämlichen Halters das Rohr des Thermometergefässes *t* und zwar so, dass *t* möglichst genau centrisch in *g* steht und besonders nirgends die Wand berührt. In *g* giesst man soviel destillirtes Wasser wie die Figur zeigt, kocht dieses einige Minuten mit Hülfe einer untergesetzten Weingeistlampe oder eines Bunsenbrenners, um den grössten Theil der gelösten Luft zu entfernen. Dann schiebt man von unten her über *g* das Glas *k*, befestigt dasselbe in einem zweiten Halter und leitet von unten einen Strom gekühlten Alkohols zu, der aus einem hoch gestellten Trichter mittels eines Schlauches durch eine in einem Kältegemisch aus Eis und Kochsalz liegende Bleirohrschlange und aus dieser nach *k* geführt wird; den aus *k* abfliessenden Alkohol fängt man auf um ihn von Zeit zu Zeit wieder in den Trichter zu giessen; durch Höher- oder Tieferstellen des Trichters oder durch einen auf den Schlauch gesetzten Schraubenquetschhahn kann man die Geschwindigkeit des Alkoholstroms reguliren. Sobald das Thermometer fast bis auf  $0^{\circ}$  gesunken ist, lässt man den Alkohol nur noch langsam fließen, damit die weitere Abkühlung langsam geht; wenn das Thermometer  $-4^{\circ}$  zeigt, lässt man *k* vorsichtig nieder, damit zu sehen ist, dass das Wasser in *g* noch flüssig ist und wirft dann

ein kleines Eisstückchen in das Wasser; unter sofortigem Gefrieren des Wassers steigt das Thermometer rasch auf  $0^{\circ}$ .

**Sieden bei Ueberdruck und Unterdruck.** Das Thermometergefäss kommt in ein Glasgefäss *g*, Fig. 3 mit cylindrischem, seitlich tubulirten Halse; ein in

der Scala anbringen; der Apparat giebt dann für Temperaturen, welche weit unter 0 und erheblich über  $100^{\circ}$  liegen, beträchtlich genauere Angaben, als das Quecksilberthermometer und ist dabei doch viel weniger unbequem zu gebrauchen, als die gewöhnlichen Formen des Luftthermometers, bei denen jede Temperaturbeobachtung eine ziemlich umständliche Rechnung erfordert.

passender Weite durchbohrter, durch einen radialen Schnitt von der Peripherie bis zur Bohrung aufgeschlitzter Kautschukpfropfen wird von der Seite her über das Rohr des Thermometergefäßes geschoben und mit diesem fest in den Hals von *g*

Fig. 3 ( $\frac{1}{2}$  nat. Gr.)Fig. 4 ( $\frac{1}{2}$  nat. Gr.)

gedrückt, damit er dicht schliesst; nachdem dieser Hals in der Klemme *k<sub>2</sub>* befestigt ist, setzt man über den Pfropfen eine Klemme *k<sub>1</sub>*, die mit *k<sub>2</sub>* an demselben Stative befestigt wird und den Pfropfen gehörig fest niederdrückt, damit er nicht durch den Dampfdruck herausgehoben wird. An den Tubulus von *g* kommt ein rechtwinklig gebogenes Glasrohr; der zur Befestigung dienende Schlauch wird mit Bindfaden festgebunden, wenn er nicht von selbst sehr streng passt. Erhitzt man das Wasser in *g* zum Sieden, so zeigt das Thermometer die Temperatur des dem Luftdruck entsprechenden Siedepunktes, lässt man aber das Glasrohr etwa 10 cm tief in Quecksilber tauchen, so dass der Dampf nur unter einem Ueberdruck von ca. 10 cm entweichen kann, so steigt das Thermometer um etwa 3° — wird das Quecksilber wieder entfernt, so kehrt das Thermometer rasch auf den früheren Stand zurück. Setzt man jetzt an das Glasrohr den Schlauch der Wasserluftpumpe, so sinkt das Thermometer noch weiter, auch wenn man die Flamme unter *g* fortbrennen lässt. (Bei Anwendung einer Arzbergerpumpe darf die Flamme ziemlich gross sein, hat man nur eine Bunsenpumpe, so mache man die Flamme wenigstens anfangs etwas klein, bis die Luft aus dem Pumpenschlauche entfernt ist, nach Beseitigung der Luft wirkt die Bunsenpumpe vorwiegend als Condensator und dann ist auch eine starke Erwärmung von *g* zulässig.) Entfernt man die Flamme, so lässt sich beobachten, wie das Sieden bis zu einem sehr niedrigen Stande des Thermometers fortdauert.

Wärmeleitung tropfbarer Körper. Ein Glas von der Form eines grossen

Probirglases Fig. 4 ist oben umgeben von einem kugelförmigen gläsernen (A) oder einem cylindrischen blechernen (B) Dampfmantel mit zwei kurzen Rohrstützen, der durch ein paar kurze Stücke von weitem Kautschukschlauch abgedichtet ist. Das Thermometergefäß kommt in den unteren Theil des cylindrischen Glases und wird durch Einklemmen seines Rohrs in einem Halter befestigt, damit es nicht durch den Auftrieb gehoben wird, wenn man das Glas mit Quecksilber füllt. Die Vorrichtung wird einmal mit Wasser, einmal mit Quecksilber von Zimmertemperatur gefüllt und jedesmal der obere Theil der Flüssigkeit 10 Minuten lang erwärmt, indem man Wasser in einer Retorte oder einem kleinen Kesselchen sieden lässt und mittels eines Kautschukschlauhes den Dampf durch den Dampfmantel von Fig. 4 leitet. Bei Anwendung von Quecksilber steigt das Thermometer um mehr als  $10^{\circ}$ , während es bei Anwendung von Wasser (oder einer anderen Flüssigkeit) seine Stellung kaum merklich ändert.

Die zahlreichen Fälle, in denen ein einfaches Einführen des Thermometergefäßes in den Raum, dessen Temperatur gemessen werden soll, genügt, bedürfen keiner weiteren Erläuterung.

## Ueber Erzeugung und Untersuchung von Mikrometerschrauben.

### IV. Uebersicht über die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen von Mikrometerschrauben.

Von  
Dr. A. Westphal in Berlin.

(Fortsetzung.)

Ich wende mich jetzt zu Krüger's Untersuchung der periodischen Ungleichheiten der Schraube II des Bonner Heliometers<sup>1)</sup>. Krüger hatte sich durch die Anordnung der Beobachtungen von dem Einflusse der periodischen Fehler unabhängig gemacht und glaubte aus diesem Grunde von einer eingehenden Ermittlung dieser Fehler absehen zu können; er beabsichtigte daher mit seiner Untersuchung nur eine genäherte Kenntniss des Verhaltens der Schraube zu erlangen. Die Vorrichtung, deren er sich bediente, war schon früher von Winnecke zur Bestimmung der fortlaufenden Ungleichheit derselben Schraube benutzt worden; sie besteht in Folgendem: An dem inneren Rande des Schiebers II auf der Deckplatte zwischen Objectiv und Schraubenkopf ist ein Maassstab von Silber befestigt, er trägt 7 Striche, die je 10 Schraubenumdrehungen von einander entfernt sind. Auf der entsprechenden gegenüberstehenden Deckplatte lässt sich eins der dem Heliometer beigegebenen Mikroskope befestigen. Es kann also jeder Strich des Maassstabes bei beliebiger Stellung der Hälfte II unter das Mikroskop geführt werden, indem man der Hälfte I die entsprechende Stellung giebt. Um kleine Intervalle messen zu können, befestigte Krüger das Mikroskop so, dass das feste Fadenkreuz unter einem Winkel von  $45^{\circ}$  gegen einen Strich des Maassstabes geneigt war; der parallele bewegliche Faden wurde dann so gestellt, dass eine Drehung von  $0^{\circ}2$  erforderlich war, um beide Faden-

<sup>1)</sup> Astronom. Nachr. Band 51. p. 157 f.

kreuze durch den Strich des Maassstabes durchschneiden zu lassen. Bei dieser Stellung des Mikroskops wurde eine Beobachtungsreihe ausgeführt, indem nach und nach 0,0, 0,2, 0,4, 0,6 und 0,8 als Anfangspunkte gewählt wurden; bei einer zweiten Reihe wurde das Intervall 0<sup>m</sup>4 auf dieselbe Weise gemessen. Die Beobachtungen erstreckten sich jedes Mal über verschiedene Stellen der Schraube und die für die entsprechenden Anfangspunkte erhaltenen Mittelwerthe ergaben folgende Correctionen:

| Anfangspunkt | Entfernung $\frac{n}{0.2}$ | Entfernung $\frac{n}{0.4}$ |
|--------------|----------------------------|----------------------------|
| 0.0          | 0.00000                    | 0.00000                    |
| 0.2          | - 0.00129                  | - 0.00192                  |
| 0.4          | - 0.00259                  | - 0.00216                  |
| 0.6          | - 0.00206                  | - 0.00207                  |
| 0.8          | - 0.00161                  | - 0.00008                  |

Aus beiden Reihen leitete Krüger als Correction der Angabe  $u$  der Schraube ab:

$$q(u) = -0.00139 + 0.00111 \cos u - 0.00027 \sin u + 0.00028 \cos 2u - 0.00003 \sin 2u.$$

Die erhaltenen Resultate befriedigten nicht recht, da die angewandten Hilfsmittel in einem zu geringen Verhältniss zu der für diese Bestimmungen erforderlichen Genauigkeit standen.

Ganz hervorragendes Interesse bieten die Schraubenuntersuchungen von F. Kaiser. Die Resultate dieser Untersuchungen sind niedergelegt in der ungemein anregenden Schrift: „Eenige Opmerkingen omtrent de periodieke Fonten van Mikrometer-Schroeven. Amsterdam 1866“, die mir durch Dr. Schur's deutsche Uebersetzung zugänglich gewesen ist. — Kaiser hatte im Jahre 1863 mit dem neuen 7-zölligen Fernrohre der Sternwarte zu Leiden angefangen, Doppelsterne zu messen. Als eine Reihe von Messungen gemacht war, wurden bedeutende, bis zu 0<sup>m</sup>045 oder 0<sup>m</sup>.9 gehende Unterschiede zwischen den für denselben Stern erhaltenen Werthen bemerkt. Während der Beobachtungen war zwar mit dem Anfangspunkte oft gewechselt, aber dabei keine bestimmte Ordnung innegehalten worden. Waren nun also die Anfangspunkte auch nicht gleichmässig über den Umfang der Schraube vertheilt, so waren sie doch verschieden genug, um eine nähere Untersuchung zuzulassen. Diese zeigte nun sehr bald, dass die Messungen in eine sehr schöne Uebereinstimmung zu bringen waren, wenn der Mikrometerschraube sehr grosse periodische Fehler zugeschrieben wurden. Eine vorläufige Untersuchung ergab folgenden Gang dieser Fehler:

| Anfangspunkt | Fehler  |
|--------------|---------|
| 0.00         | 0.000   |
| 0.25         | - 0.025 |
| 0.50         | - 0.001 |
| 0.75         | + 0.013 |
| 1.00         | 0.000   |

Von Kaiser, dem hervorragenden Kenner instrumenteller Technik, konnte man von vornherein erwarten, dass er sich mit der Ermittlung der Fehler der in Frage

kommenden Schraube nicht begnügen, sondern dass er auch den Ursachen dieser Fehler auf das Gründlichste nachforschen würde. Die Erfahrungen, die er bei dieser Gelegenheit machte, veranlassten ihn zu einer Reihe von Bemerkungen über die Ursachen der periodischen Fehler von Mikrometerschrauben, deren wesentlicher Inhalt kurz folgender ist.

Die periodischen Fehler werden stets als von dem Umstande herrührend betrachtet, dass die Schraubengänge, auf eine Ebene abgewickelt, keine geraden Linien sind, aber es ist natürlich, dass sie auch aus einer ganz anderen Quelle fließen können. Bei vielen Mikrometern hat man ein kugelförmig gearbeitetes Ende der Schraube, welches mit Federkraft gegen eine Stahl- oder Steinplatte gedrückt wird. Liegt der Punkt der Schraube, mit welchem sie gegen die Platte drückt, genau in ihrer Axe, so wird sie bei der Umdrehung keine Verschiebung erleiden, wie auch die Platte gestellt sein mag. Liegt der betreffende Punkt nicht genau in der Axe, so wird er bei der Umdrehung der Schraube einen Kreis beschreiben, aber dieser Fehler wird noch unschädlich sein, wenn die Platte vollkommen senkrecht auf der Axe der Schraube steht. Ist dies aber nicht der Fall, oder ist die Fläche der Platte nicht vollkommen eben, dann muss die Schraube bei der Umdrehung eine Verschiebung erleiden, die nicht durch die Trommel angezeigt wird; es entstehen periodische Fehler, die gänzlich verändert werden, wenn die Platte nach einer Reinigung des Apparates nicht vollkommen wieder in die frühere Lage zurückgebracht worden ist. Stösst die Schraube, wie bei den Ablesungs-Mikroskopen, mit einem daran befestigten Ringe auf den Rand einer Oeffnung in einer metallenen Platte, so muss gleichfalls ein periodischer Fehler entstehen, wenn der Rand nicht vollkommen eben ist und nicht senkrecht auf der Axe der Schraube steht.

Es war eine solche örtliche Unvollkommenheit, welche die eben erwähnten grossen periodischen Fehler der in Frage stehenden Schraube hervorbrachte. Dass die Schraube in sich selbst so schlecht sein könne, schien Kaiser zweifelhaft; er suchte und fand den Fehler in dem Stützpunkt der Schraube. Diese stösst mit einem ihrer Enden gegen die Stirnfläche eines Steincylinders. Nachdem der Apparat auseinandergenommen war, zeigte sich, dass der Steincylinder nicht allein schief in seiner Höhlung lag, sondern auch darin verschiedene Lagen annehmen konnte. Ferner fand sich in seiner Grundfläche, die senkrecht auf der Axe der Schraube stehen sollte, eine Unebenheit. Kaiser drehte den Cylinder herum, so dass die Unebenheit, die vorher ganz in der Nähe des Stützpunktes der Schraube lag, weiter davon entfernt war, und stellte die Grundfläche des Cylinders möglichst senkrecht auf die Axe der Schraube. Nachdem sodann der Apparat wieder ganz zusammengesetzt war, wurde von Neuem die Untersuchung der periodischen Fehler vorgenommen.

Zu diesem Zwecke construirte Kaiser folgenden Apparat. An einer schweren eichenen Platte wurden vier kupferne Arme befestigt, die eine zur Platte senkrechte Hülse zur Aufnahme eines Mikroskopes trugen; unter dem letzteren war die Platte durchbohrt, so dass mit Hülfe eines geneigten Spiegels Tageslicht in das Mikroskop reflectirt werden konnte. Auf der Platte, unterhalb des Mikroskops wurde das Mikrometer festgeklemmt, das aus drei Platten bestand, die sich übereinander verschieben liessen. Die unterste Platte trug einen mit ihr verstellbaren Faden; die zweite Platte trug zwei Fäden, die auf einander senkrecht standen, und wurde durch die eigentliche

Mikrometerschraube bewegt; auf der dritten Platte ruhte die Ocularröhre, die sich gegen die Fäden verschieben liess. An Stelle dieser letzteren Platte mit der Ocularröhre wurde eine solche von Kupfer unmittelbar auf die Mikrometerplatte mit Wachs aufgeklebt, und auf dieser Platte eine Ocularröhre befestigt, welche ein Diaphragma enthielt, dem durch eine Schraube von aussen eine feine Bewegung gegeben werden konnte. Auf das Diaphragma wurde mit Wachs eine aus der Ocularröhre herausragende engere Röhre geklebt, und auf letztere endlich eine Glasscale, welche einen in 100 Theile getheilten Millimeter enthielt. Diese Einrichtung sollte dazu dienen, die Glasscale mit Sicherheit in willkürliche Lagen zur Mikrometerschraube bringen zu können, ohne dass sich ihre Lage während des Messens änderte. Kaiser meint, dass „sein Thurmbau“ zwar nicht aus gebräuchlichem Material bestanden, dass er aber seine Dienste vollkommen erfüllt habe. Aus der Beschreibung des angewandten Apparates geht hervor, mit welch' geringen Hilfsmitteln Kaiser, dem zu seinen Untersuchungen häufig nicht die erforderlichen Instrumente zu Gebote standen, sich zu helfen wusste.

Als zu messende Entfernung diene ein Intervall von acht Theilen des getheilten Millimeters, welches nahe  $0^{\circ}25'$  entsprach. Die Trommel wurde auf den Anfangspunkt gestellt und mit der Schraube der Ocularröhre das eine Ende der zu messenden Entfernung auf den Schnittpunkt der Kreuzfäden des Mikroskopes eingestellt; nach und nach wurde alle Zehntel des Schraubenumfanges zu Anfangspunkten der Messung gewählt; die Untersuchung erstreckt sich auf das Intervall von  $28^{\circ}0'$  bis  $31^{\circ}0'$ . Die Mittel der correspondirenden Zehntel der vier Windungen, aus vier Messungsreihen, sind in folgender Tafel enthalten.

| Stellung der Schraube. | Entfernung. | Abweichung vom Mittel. |
|------------------------|-------------|------------------------|
| 0.0                    | 2520        | + 0.0079               |
| 0.1                    | 2463        | + 0.0022               |
| 0.2                    | 2380        | - 0.0061               |
| 0.3                    | 2306        | - 0.0135               |
| 0.4                    | 2328        | - 0.0113               |
| 0.5                    | 2407        | - 0.0034               |
| 0.6                    | 2477        | + 0.0036               |
| 0.7                    | 2494        | + 0.0053               |
| 0.8                    | 2531        | + 0.0090               |
| 0.9                    | 2505        | + 0.0064               |

Der Gang der Fehler ist wieder nahe derselbe, wie wir ihn schon bei den früheren Schrauben gefunden haben.

Aus dem vorhandenen Beobachtungsmaterial leitete Kaiser folgende Correctionsformel für die Schraubenangabe  $u$  ab:

$$q(u) = -0.00136 \cos u - 0.00724 \sin u + 0.00110 \cos 2u + 0.00134 \sin 2u.$$

Eine Vergleichung der Glieder dieser Formel mit denjenigen, welche ursprünglich erhalten waren, zeigt, dass durch die Verschiebung des Steincylinders die periodischen Fehler bedeutend vermindert worden sind. Immerhin sind sie noch ziemlich beträchtlich geblieben und Kaiser schliesst hieraus und aus dem Umstande, dass der Coefficient von  $\sin u$  die anderen Werthe der Correctionsformel um ein Bedeutendes



übertrifft, dass die Fläche gegen welche die Schraube stösst, auch nach ihrer Correctur noch nicht normal zur Axe der Schraube gerichtet ist. Wenn nämlich diese Unvollkommenheit die alleinige Ursache der periodischen Fehler ist, so müssen dieselben dem Sinus der Trommelablesung proportional sein. Man kann demnach umgekehrt auf das Vorhandensein dieser Unvollkommenheit schliessen, sobald der Coefficient von  $\sin u$  bedeutend grösser ist als die anderen Coefficienten der Formel.

Ehe ich diese gründliche Untersuchung verlasse, will ich noch einer Bemerkung Kaiser's über die Veränderung der periodischen Fehler Erwähnung thun. Wenn das Mikrometer behufs Reinigung auseinander genommen worden ist und beim Zusammensetzen die Trommel nicht genau dieselbe Stellung gegen die Schraube erhält wie vorher, so werden die periodischen Fehler geändert. Um ein genaues Wiedereinsetzen der Trommel zu ermöglichen, hat deshalb Kaiser alle Mikrometerschrauben der Leidener Sternwarte an dem die Trommel tragenden Ende mit einer Marke versehen und Vorsorge getroffen, dass deren Lage gegen den Nullpunkt der Trommel immer dieselbe bleibt. Zu diesem Zwecke wurde Schraubenkopf und Trommel mit einer Kappe bedeckt, aus der ein rechtwinkliger Sector ausgefeilt worden. Trommel und Schraube haben dann ihre richtige Stellung gegen einander, wenn der Trommelnullpunkt mit der einen Kante des Sectors, die Marke mit der anderen zusammenfällt. Im Verlauf einer späteren Untersuchung werden wir einer ähnlichen auf der Berliner Sternwarte getroffenen Einrichtung begegnen.

Der nun folgenden kurzen Untersuchung Brünnow's<sup>1)</sup>, welche sich auf die Mikrometerschrauben des South Refractor der Dubliner Sternwarte bezieht, sind nur wenige Worte zu widmen. Das Fadenmikrometer dieses von Pistor & Martins verfertigten Refractors hat zwei einander gegenüberliegende Mikrometerschrauben. Die Schraube I, welche hauptsächlich bei den Messungen benutzt wird, wirkt auf einen Schlitten mit einem Faden, während die Schraube II ein System von fünf Parallelfäden bewegt.

Zur Untersuchung der periodischen Fehler benutzte Brünnow die Distanz zweier festen Fäden. Schraube II wurde auf Null gestellt, und mittels des Fadens der Schraube I die Fädendistanz gemessen; dann wurde Schraube II nach und nach um  $0^{\circ}1$  gedreht, bis die Messungen sich über eine ganze Windung erstreckten. Solcher Reihen wurden fünf an verschiedenen Stellen der beiden Schrauben ausgeführt. Als später neue Fäden eingezogen werden mussten, wurden noch vier Reihen gemessen. Die für die gleichen Zehntel gefundenen Werthe wurden zu Mitteln vereinigt und ergaben folgende Grössen der Entfernung der beiden Fäden (s. Tab. S. 234 oben):

Brünnow glaubte auf Grund dieser Zahlen einer eingehenden Untersuchung überhoben zu sein, besonders da er sich durch die Anordnung der Beobachtungen von dem Einflusse der periodischen Fehler frei machte. Die Mittelwerthe, welche Bessel aus seinen Untersuchungen der Jahre 1837 und 1841 erhielt, zeigen eine noch geringere Abweichung der einzelnen Zehntel unter einander. Nichtsdestoweniger leitete er Correctionsformeln ab und benutzte sie bei seinen Beobachtungen; wenn er sich nämlich auch keinen grossen Gewinn aus diesem Verfahren versprach, so glaubte er doch, dass die Formeln die kleinen Unterschiede noch mehr verkleinerten.

Die fortschreitenden Fehler untersuchte Brünnow von  $2''$  zu  $2''$  durch

<sup>1)</sup> Dunsink Observations. Dublin 1870. First-Part, S. 5 ff.

| Stellung der<br>Schraube. | Mittel<br>aus 5 Reihen. | Mittel<br>aus 4 Reihen. |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
| n<br>0.0                  | n<br>45,487             | n<br>45,543             |
| 0.1                       | 482                     | 548                     |
| 0.2                       | 479                     | 551                     |
| 0.3                       | 477                     | 548                     |
| 0.4                       | 485                     | 549                     |
| 0.5                       | 481                     | 545                     |
| 0.6                       | 485                     | 543                     |
| 0.7                       | 493                     | 547                     |
| 0.8                       | 494                     | 547                     |
| 0.9                       | 483                     | 551                     |

vierzig ganze Windungen der Schraube. Es wurden zwei Beobachtungsreihen ausgeführt; bei der ersten diente der Nullpunkt, bei der zweiten die Mitte der Windungen als Anfangspunkt. Die Beobachtungen zeigten eine sehr gute Uebereinstimmung, so dass die Schraube als frei von fortschreitenden Fehlern angesehen werden konnte.

Eingehender werden wir uns wieder mit der Untersuchung zu beschäftigen haben, welche Dunér<sup>1)</sup> für das Faden-Mikrometer des Refractors der Sternwarte zu Lund angestellt hat; dasselbe ist von Emil Jünger in Kopenhagen angefertigt.

Dunér schlägt ein ganz anderes Verfahren ein, als seine Vorgänger. Die fortschreitenden Fehler der Schraube bestimmt er aus Culminationen des Polarsternes. Es wurde der Durchgang des Sterns durch den beweglichen Faden beobachtet und dieser successive auf den Anfang aller ganzen Windungen der Schraube gestellt. Die nach der Methode der kleinsten Quadrate abgeleiteten Resultate zeigten keine bemerkbaren Unterschiede in den Werthen der verschiedenen Windungen und die Schraube konnte nach dieser Richtung hin für fehlerfrei gehalten werden.

Bei der Ermittlung der periodischen Fehler bediente sich Dunér eines Hilfs-Mikroskops. Dasselbe wurde an einem Brette, welches mit dem oberen Rande eines hölzernen Kastens fest verbunden war, derart befestigt, dass es mittels einer Schraube längs dieses Brettes gleiten konnte. Am Boden des Kastens war das Faden-Mikrometer befestigt; die Fäden desselben, sowie die des Mikroskops, wurden durch einen geneigten Spiegel erleuchtet, welcher unterhalb eines in den Boden des Kastens geschnittenen kreisrunden Lochs befestigt war. Bei der Beobachtung wurde das Mikroskop so gestellt, dass das stark vergrößerte Bild des beweglichen Fadens des Mikrometers im Gesichtsfelde sichtbar war; die Fäden des Mikroskops wurden parallel zu jenem beweglichen Faden gebracht und letzterer auf 29°0 gestellt. Mittels der Schraube des Mikroskops wurde hierauf der bewegliche Faden in die Mitte der Mikroskop-Fäden gestellt und die Angaben der Trommel abgelesen. Nachdem dann die Mikrometerschraube um 0°1 verschoben war, wurde wieder eingestellt und abgelesen. Durch successives Verschieben des Mikroskops und des Mikrometers wurde so nach und nach die Grösse aller Zehntel des Intervalls von 29°0 bis 31°0 bestimmt. Dieselbe Messung wurde in umgekehrter Ordnung ausgeführt. Am Mikro-

<sup>1)</sup> Dunér. Mesures micrométriques d'étoiles doubles. Lund 1876. S. XIII ff.

meter musste während dieser Messungen auch der Schlitten, welcher das Ocular trägt, immer so verschoben werden, dass das Bild des beweglichen Fadens sich nicht allein in der Mitte des Mikroskops, sondern auch des Oculars befand. — Dunér bestimmt also die Grösse der einzelnen Zehntel der Schraubenwindungen direct, während bei allen anderen Untersuchungen eine bestimmte Entfernung von verschiedenen Anfangspunkten der Schraube aus gemessen wird. — Um die wahren Werthe der Zehntel einer Revolution festzustellen, vereinigte Dunér für jede Reihe die entsprechenden Zehntel zu Mittelwerthen; durch Addition dieser 10 Zahlen erhielt er den Werth einer ganzen Revolution ausgedrückt in demselben Maasse wie die Zehntel; dieser Werth wurde wieder durch die erhaltenen Mittelwerthe jedes einzelnen Zehntels dividirt und so die wahren Werthe dieser letzteren ermittelt. Die erhaltenen Resultate sind folgende:

| Stellung<br>der<br>Schraube | Werth<br>eines<br>Zehntels | Abweichung<br>vom<br>Mittel |
|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 0.0                         | 0.0991                     | + 0.0009                    |
| 0.1                         | 0.997                      | + 0.0003                    |
| 0.2                         | 1.029                      | - 0.0029                    |
| 0.3                         | 1.044                      | - 0.0014                    |
| 0.4                         | 1.040                      | - 0.0040                    |
| 0.5                         | 1.029                      | - 0.0029                    |
| 0.6                         | 0.996                      | + 0.0004                    |
| 0.7                         | 0.975                      | + 0.0025                    |
| 0.8                         | 0.942                      | + 0.0058                    |
| 0.9                         | 0.959                      | + 0.0041                    |

Die Resultate der Vorwärts- und Rückwärts-Messung, welche in vorstehender Tafel zusammengefasst sind, differiren etwas von einander; Dunér macht besonders auf diesen Umstand aufmerksam und leitet desshalb für die Vorwärts- bzw. Rückwärtsbewegung der Schraube getrennte Ausgleichungsformeln ab, von denen erstere lautet:

$$E = + 0''.106 + 0''.155 \sin [220^{\circ}.7 + n \cdot 360^{\circ}] \\ + 0''.011 \sin [217^{\circ}.0 + 2 n \cdot 360^{\circ}] \dots$$

wo unter n Zehntel-Revolutionen zu verstehen sind.

(Schluss folgt.)

## Kleinere Mittheilungen.

### Das erste in Deutschland fabricirte Deckglas für Mikroskope.

Wir können unseren Lesern die erfreuliche Thatsache melden, dass das bisher ausschliesslich in England fabricirte, zu mikroskopischen Zwecken dienende Deckglas neuerdings in gleicher Güte aber zu erheblich billigerem Preise auch in Deutschland hergestellt wird. Das Verfahren, welches in England als Geheimniss gehütet wurde, ist von dem Erfinder, Herrn Dr. Otto Schott in Witten, durch eigene Versuche neu entdeckt worden. Die Fabrication des neuen Productes hat die Tafelglashütte von Hahne & Schott Annen bei Witten (Westph.) übernommen, und sind von derselben der Redaction Proben von verschiedener Stärke zur Untersuchung eingesandt worden. Als Ergebniss dieser Untersuchung, zu

deren Ausführung sich die hiesige Firma Franz Schmidt & Hänsch freundlichst erboten hatte, ist uns mitgetheilt worden, dass dieses Deckglas „entschieden eben so gut“ ist, wie das englische. Die hiesige Firma knüpft an dieses Gutachten den Wunsch, dass Bestrebungen von gleichem Erfolge uns auch bezüglich des optischen Glases recht bald von Frankreich und England unabhängig machen möchten.

Die Herren Hahne & Schott geben ihr Deckglas schon in Quantitäten von 3 kg ab, mit einer Preismässigung gegen das englische von etwa 20 % und in der nämlichen Sortirung wie das letztere. Für die ersten Monate werden auch Probeaufträge im Gewichte von nicht unter 1 kg effectuirt.

### Apparat zur Demonstration der sog. sphärischen Projection sowie der Lage der optischen Axen und der Verhältnisse der Dispersion an Krystallen.

Ausgestellt in der Schliesischen Gewerbe- und Industriesausstellung in Breslau.

Der Apparat, nach den Angaben des Prof. A. v. Lasaulx von dem Mechaniker Moritz Vetter in Breslau ausgeführt, ist zu krystallographischen Unterrichtszwecken bestimmt. Ein massiver Fuss aus Messing oder Gusseisen trägt die auf ihm verstellbar befestigte Hauptaxe  $cc_1$  des Apparates, die letztere ist zugleich der eine Balken eines aus zwei festen und einem beweglichen Stabe gebildeten Axenkreuzes. Die zwei festen Arme stehen auf einander senkrecht. Der dritte Arm  $dd_1$  ist um eine in einem Einschnitt der Verticalaxe



laufenden Axe drehbar und kann sonach zu dieser in beliebige schiefe Stellung, bis  $75^\circ$ , gebracht werden, er lässt sich beiderseits um die Hälfte verlängern. Der Winkel der Neigung ist durch einen an die Verticalaxe angeschraubten getheilten Halbkreis  $h$  zu bestimmen, dessen ausgeschnittene Mitte als Führung für eine Schraube dient, mit der die bewegliche Axe in der richtigen Neigung festgestellt werden kann. Es können durch dieses Axenkreuz also die Axenverhältnisse des trimetrischen, orthoaxialen und auch des monosymmetrischen Systems dargestellt werden. Um das verticale Axenkreuz ist ein aus einem etwa  $1\frac{1}{2}$  cm breiten Messingstreifen gebildeter Kreis gelegt, der in der Ebene der beiden festen Axen ebenfalls feststeht, ausserdem aber 4 bis 6 Messingkreise, die um die Verticalaxe  $cc_1$  drehbar sind und sonach in jede beliebige Stellung gebracht werden können. Mit einer Klemmschraube  $e$  können sie in der gewählten Stellung fixirt werden. Endlich ist ein anderer den übrigen sonst gleicher Messingkreis, um die Axe  $ee_1$  drehbar, an dem feststehenden Kreise  $cc_1$  angefügt. Dieser Kreis kann also beispielsweise immer so gestellt werden, dass er mit der beliebig geneigten Axe  $dd_1$  und der horizontalen Axe  $ee_1$  in einer Ebene liegt. Von den Messingkreisen wird, als den grössten Kreisen, eine Sphäre umhüllt, in die hinein ein Krystall von beliebiger Lage seiner Flächen construirt und durch Normalen, die vom Mittelpunkt der Sphäre auf die Fläche gezogen sind, projectirt werden soll. Die Durchschnittspunkte dieser Normalen mit einem grössten Kreise, die Pole der letzteren, bestimmen die Lage der betreffenden Fläche. Um diese für den Anfänger in der Krystallographie zum Theil recht schwierigen Verhältnisse anschaulich zu machen, lässt sich mittels geeigneter, mit kleinen Häkchen versehenen Klemmer, die in beliebiger

Stellung und Zahl sowohl auf den runden Axenbalken (Klemmer *a*), als auf den flachen Messingkreisen (*b*) sich anschrauben lassen, und mit buntfarbigen Gummifäden, welche beiderseitig mit kleinen Ringen versehen sind und sich zwischen zwei Klemmern straff anspannen lassen, in die Sphäre hinein eine Krystallfläche nach ihrer wirklichen Lage construiren. Durch andere Fäden, die an kleinen Häkchen im Mittelpunkt der Sphäre und andererseits an einem in geeignete Stellung gebrachten Klemmer auf einem der Messingkreise angespannt werden, wird die Projectionnormale dargestellt. Wie sich nun die Lage der Pole aller Flächen einer Zone auf einem und demselben grössten Kreise und andere Verhältnisse dieser Projectionsmethode anschaulich machen lassen, ergibt sich fast von selbst.

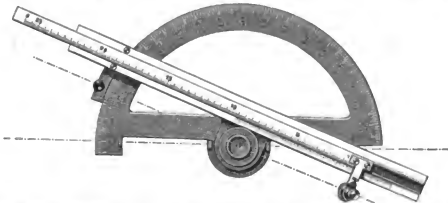
Ebenso lassen sich dann mit dem Apparate die optischen Verhältnisse: Lage der optischen Axen und Mittellinien, Stellung derselben zu Krystallflächen etc. darstellen. Die in der Figur angedeutete Stellung der Fäden *g*, *g*<sub>1</sub> und *f*, *f*<sub>1</sub> würde z. B. der Lage der optischen Axen in der Ebene der beiden senkrechten Axen *cc*<sub>1</sub> und *ee*<sub>1</sub> entsprechen, das eine Mal wäre *ee*<sub>1</sub>, das andere Mal *cc*<sub>1</sub>, die erste Mittellinie.

Zieht man mit entsprechend farbigen Gummifäden z. B. gleichzeitig die optischen Axen für die verschiedenen Farben in die Sphäre hinein, so ergeben sich die Dispersionsverhältnisse. Besonders dadurch, dass es möglich wird, gleichzeitig die optische Axenstellung verschiedener Krystalle einzuziehen, gewährt der Apparat eine grosse Erleichterung für die Erläuterung dieser zum Theil schwierigen Verhältnisse. So gewährt es z. B. eine kaum anderswie zu erzielende Aufklärung und einen Einblick in die sich zu einer vollkommenen Reihe auch optisch aneinander fügenden verschiedenen Feldspathe, wenn man die Lage der optischen Axen und Mittellinien aller Glieder dieser Reihe gleichzeitig neben einander in die Sphäre hinein construirt. Das Einspannen der Fäden ist eine leichte und bei der Verschiebbarkeit der Messingkreise keineswegs umständliche Arbeit, so dass zum Zwecke des Unterrichtes schnell verschiedene Fälle zur Darstellung gebracht werden können. Eine recht grosse Anzahl von Klemmern und bunten Gummifäden (20 bis 30 Stück) ist für die Darstellung complicirter Verhältnisse nothwendig.

Apparate dieser Art sind für die mineralogischen Institute der Universitäten Bonn, Göttingen, Kiel und Florenz ausgeführt worden.\*)

### Der Distanzentransporteur.

Der Distanzentransporteur, kurz Auftrager genannt, dient zum gleichzeitigen Auftragen von Winkeln und horizontalen Entfernungen, wie sie durch tachymetrische Aufnahmen erhalten werden. Der Apparat besteht aus einem gewöhnlichen Halbkreistransporteur mit



doppelt bezifferter Kreistheilung von 10 cm Radius und einem Lineal von 28 cm Länge mit ebenso langer Zunge, die in nuthartiger Vertiefung genau eingepasst und gerade geführt ist. Halbkreis und Lineal sind in ihrer Mitte durch flache, ringartige Ansätze so verbunden, dass

\*) Ueber das von M. Vetter für Prof. A. v. Lasaulx construirte Demonstrationspolariskop vgl. Neues Jahrbuch f. Mineralogie 1878. S. 509 ff.

sie sich um eine gemeinschaftliche Axe drehen. Die Lage dieser letzteren ist durch ein durchsichtiges Horn- oder Gelatineplättchen mit aufgerissemem Centrum sichtbar gemacht.

Das Lineal ist an einem Ende mit einem in der Ebene der Kreistheilung liegenden, der letzteren angepassten Nonius von 1' Angabe verbunden, der frei über die Zeichenebene hingeleitet. Zum Auftragen der horizontalen Entfernungen dient die Zunge mit der auf sie aufgesetzten Punktirvorrichtung. Die Spitze der letzteren, Nullstrich des Kreisnonius und Centrum des Apparats liegen auf einer Geraden; derselben genau parallel geht die Führungsrichtung der Zunge. Die Theilung der Zunge erstreckt sich auf eine Länge von 25 cm; ihre Fortsetzung, bis 36 cm, liegt auf dem Lineale. Es können also im Maassstabe von 1:500 noch Entfernungen von 180 m aufgetragen werden. Zur genaueren Einstellung gegebener Längen dienen Nonien von 0,1 mm Angabe.

Drei Schrauben, von denen die eine an der Hülse des Punktirstiftes, die zweite auf dem Kreisnonius und die dritte bei 90° der Sexagesimal-Kreistheilung angebracht ist, dienen dazu, die Lage des Apparates auf dem Papier zu fixiren. Durch die beiden ersteren Schrauben wird der Halbkreis ein wenig gehoben, so dass er unter dem Lineal gedreht werden kann. Dieser Umstand macht es möglich, die Umrechnung der Kreisablesungen auf eine Nullrichtung zu vermeiden.

In welcher Weise bei Anwendung des Apparates verfahren werden muss, ist in Verbindung mit der Figur aus dieser kurzen Beschreibung ersichtlich, so dass hierauf nicht näher eingegangen zu werden braucht.

Der Distanztransporteur, dessen Construction von Dr. O. Decher in München herührt, wird von T. Ertel & Sohn ebendasselbst verfertigt.

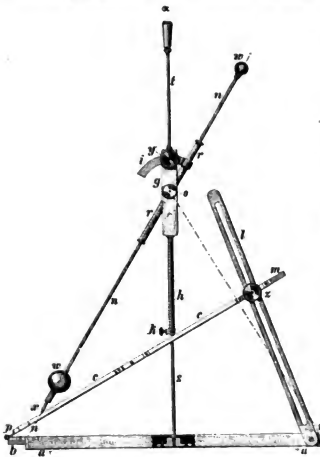
#### G. Oldenburger's Universal-Kegelschnittzeichner.

Mit Hilfe des Apparates sollen alle vier Kegelschnitte, Kreis, Ellipse, Parabel und Hyperbel, gezeichnet werden können. Er soll vornehmlich als Anschauungsmittel beim Unterricht dienen und ist von dem Kgl. Gewerbeschullehrer G. Oldenburger in Bochum zu diesem Zweck construirt worden.

Seine Einrichtung beruht darauf, dass der Schreibstift auf dem Mantel eines Kegels geführt wird, während das Zeichenbrett in den verschiedenen Neigungen zur Kegelaxe, durch welche die Natur des beschriebenen Kegelschnittes bedingt wird, festgestellt werden kann.

In dem Brettchen *a* befinden sich zwei schwalbenschwanzförmig eingelassene Schieberlineale *b*, an welchen das Zeichenbrett *c* durch Scharniere befestigt ist. Mittels des Schieberlineals und der Scharniere kann dem Zeichenbrett *c*, das von *m* bis *p* geschlitzt ist, um bei seiner Drehung der Spindel *s* freien Durchgang zu gestatten, jede gewünschte Lage gegeben werden; in der Figur befindet sich *c* in der Stellung für die Ellipse.

Das Zeichenbrett *c* wird durch zwei geschlitzte Stützlatten *l*, die mittels Schrauben *z* an *c* angedrückt werden, in der



gewünschten Lage erhalten. Auf dem Brettchen  $a$  steht die Spindel  $s$ , welche die Kegelaxe verkörpert und um welche sich die Hülse  $h$ , gestützt durch den Klemmring  $k$ , drehen kann. Diese Hülse  $h$  bildet mit dem Gehänge  $g$ , der Stange  $t$  und dem Knöpfchen  $\alpha$  ein Stück. Das Gehänge  $g$  trägt an zwei Zapfen das Rohr  $r$ , welches in der gegebenen Stellung durch den Bügel  $i$  und die Klemmschrauben  $y$  gehalten wird. In diesem Rohre kann sich die Schreibnadel  $n$ , die bei ihrer Drehung um die Axe  $s$  den ideellen Kegel beschreibt, in der Richtung der Rohraxen frei bewegen. Die Schreibnadel ist durch kleine Gewichte  $w$  beschwert, die den Schreibstift  $x$  fest auf die mit Papier besteckte Zeichenebene drücken.

Wenn dem Kegel eine andere Gestalt gegeben werden soll, so braucht man nur das Rohr  $r$  zu drehen oder den Klemmring  $k$  an einem höheren Punkte der Stange  $s$  festzuschrauben.

Vor dem Gebrauche des Apparates wird zuerst die Zeichenebene gerichtet, dann bezw. die eine oder die andere Seite des Zeichenbrettes  $c$  mit einem in der Mitte gelochten Papier versehen, um so über den Stift  $s$  gesteckt werden zu können, dann der Klemmring  $k$  aufgeschoben und darauf die Hülse  $h$  mit dem eigentlichen Schreibapparat aufgesetzt.

Soll der — an einem Unterrichtsapparate wohl unerhebliche — Uebelstand der Durchlochung des Papiers vermieden werden, so steht nichts entgegen, die Hülse  $g$ , statt auf einer centralen Spindel, auf einer weitgespreizten Gabel verschiebbar zu lagern, innerhalb welcher das Zeichenbrett hinreichend Platz findet und die Drehung der Schreibnadel ungestört vor sich gehen kann. — Herr Oldenburger ist auf directe Anfragen gern bereit, Interessenten ausführliche Angaben und eine Arbeitszeichnung zur Verfügung zu stellen.

## Neu erschienene Bücher.

- M. Weinberg**, *Ueber Methoden der Messung der Wellenlängen des Lichts mittels Interferenzstreifen*. Wien, Hölder.
- Houzeau et Lancaster**, *Bibliographie générale de l'Astronomie*. Tome II fasc. 1. Bruxelles.
- E. Reitlinger und A. von Urbanitzky**, *Ueber die Erscheinungen in Geisler'schen Röhren unter äusserer Einwirkung*. I. u. II. Abth. Wien, Gerold.
- Dr. Adolf Kleyer**, *Vollständig gelöste Aufgabensammlung*. 1.—4. Heft: *Algebra, Planimetrie, Stereometrie, Trigonometrie*. Stuttgart, Maier. (à Heft 25 Pf.)
- Dr. C. Koppe**, *der Basisapparat des General Ibañez und die Aarberger Basismessung*. 11 S. Fol. Nordhausen, Eigendorf.
- Travaux et mémoires du bureau international des poids et mesures, publiés sous l'autorité du comité international par le directeur du bureau*. Bd. I. Paris, Gauthier-Villars.
- W. Dietrich**, *die Anwendung des Vierordt'schen Doppelspalts in der Spectralanalyse*. 71 S. Stuttgart, Wittwer. M. 1,60.
- St. Dabrava**, *Untersuchungen über die beiden elektrischen Zustände*. 1881. M. 1,00.
- A. Gekke**, *Kurzes Lehrbuch der physikalischen Geographie, deutsch von Weigand*. XII, 356 S. Strassburg, Trübner 1881. M. 5,00.
- A. M. Worthington**, *An elementary Course of Practical Physics*. London, Rivingtons 1881. 2 sh. 6 d.
- G. Krebs**, *Leitfaden der Experimentalphysik für Gymnasien*. 435 S. Wiesbaden, Bergmann 1881. M. 4,50.
- Ad. Weinhold**, *Physikalische Demonstrationen*. 2. Lief. S. 161—368. Leipzig, Quandt & Händel 1881. M. 6,50.
- A. Reinmuth**, *Rechenapparat für Schule und Haus*. Auf Grund der Geschichte der Rechenapparate nach pädagog. Grundsätzen bearbeitet. 1881. M. 0,50.
- A. R. Hariacher**, *Die Messungen in der Elbe und Donau und die hydrometrischen Apparate und Methoden des Verfassers*. 1881. M. 16,00.
- E. E. Blavier**, *Des grandeurs électriques et de leur mesure en unités absolues*. 592 S. Paris, Dunod.
- Eug. Bourdon**, *Anémomètre multiplicateur pour mesurer la vitesse du vent dans les galeries des mines*. 8 S. Paris, Arnous et Rivière.
- J. B. Dumas**, *Éloge historique de H. V. Regnault, de l'Institut*. 39 S. Paris, Firmin Didot & Co.

- J. Le Conte**, *Sight: an Exposition of the Principles of Monocular and Binocular Vision*. 270 S. London. Paul. 5 sh.
- L. Plaud**, *Notice sur le compas Thomson*. 13 S. Nancy, Berger Levrault & Co.
- E. Plantamour**, *Observations limni-métriques*. Faites à Genève de 1806 à 1880. Basel, Georg. M. 3,20.
- Senlecq**, . . . *le Téléscope*. Avec notes traduits de l'anglais par l'auteur. 28 S. Paris.

## Journal- und Patentlitteratur.

**Ueber eine Methode der Coincidenzbestimmung bei Pendelmessungen.** Von Prof. H. C. Vogel. Carl's Repertorium Bd. 17. S. 337.

Die Methode ist vom Verf. schon im Jahre 1870 angegeben und von Bruns (Astr.-Geod. Arbeiten des Königl. Preuss. Geodät. Inst. im Jahre 1870. Leipzig 1871. S. 120) mitgeteilt worden. Da sie indess wenig bekannt geworden ist und auch eine allgemeinere Anwendung zulässt, auf welche an dem angegebenen Orte nicht aufmerksam gemacht ist, so kommt Verf. noch einmal auf dieselbe zurück.

An dem Pendel einer Uhr von bekanntem Gange befindet sich unten ein Streifen von dünnem geschwärzten Messingblech oder, der Leichtigkeit wegen, von Aluminiumblech, mit einem Spalt von ca. 3 mm versehen, dessen Längsrichtung in die Verlängerung der Pendelstange fällt. Entweder wird nun im Uhrgehäuse, hinter dem Spalt ein Loch eingeschnitten, durch welches ein Fernrohr, dessen Objectiv ebenfalls mit einem Spalt abgedeckt ist, durchgesteckt werden kann, oder es wird ein total-reflectirendes Prisma hinter dem Spalt angebracht und das Fernrohr seitlich auf dasselbe gerichtet. Mit demselben sieht man nun — das Pendel in Ruhe gedacht — durch den Spalt am Pendel die Spitze und Scale des zu vergleichenden Pendels, welches sich in beliebiger Entfernung befindet, und dessen Schwingungsebene jeden beliebigen Winkel der nicht zu nahe an 90° liegt, mit der Schwingungsebene des Uhrpendels bilden kann.

Die Breite des Blechs am Uhrpendel ist so zu bemessen, dass bei Bewegungen des Pendels das Objectiv bedeckt bleibt und nur in dem Momente, wo das Pendel die Gleichgewichtslage passirt und beide Spalte sich decken, das zu untersuchende Pendel durch den Fernrohrspalt vom Beobachter gesehen werden kann. Sind beide Pendel in Bewegung, so sieht man momentan Spitze und Scale des zu untersuchenden Pendels scheinbar ruhend in irgend welcher Phase der Schwingung, z. B. drei Scalentheile von der Nulllage rechts. Beim nächsten Aufblitzen erscheint die Spitze etwas weniger als drei Scalentheile links. Ganz allmählich sieht man die Spitze immer mehr und mehr dem Nullpunkt der Scale genähert, bis sie endlich im Momente der Coincidenz bei einem Aufblitzen genau und ruhig auf dem Nullpunkte zu stehen scheint.

Die Methode gewährt eine bedeutend grössere Genauigkeit als die Bessel'sche Coincidenzbestimmung. Es erklärt sich dies aus dem Umstande, dass der Beobachter vollständig auf den Moment der Coincidenz vorbereitet ist.

Auf dieselbe Weise kann jeder horizontal schwingende Stab mit den Schwingungen eines Uhrpendels oder auch eines anderen schwingenden Stabes verglichen werden. Die Methode hat daher allgemeineres Interesse für Physiker.

Verf. erwähnt noch einer von Dr. Gruber angegebenen Modification seiner Methode, die in dem Generalberichte über die Gradmessungsarbeiten im Jahre 1875 von Oppolzer beschrieben ist. Das Objectiv eines auf das zu untersuchende Pendel gerichteten Fernrohres ist mit einem Deckel verschlossen, in welchem sich ein Spalt befindet. Vor dem Spalt wird eine ebenfalls mit Spalt versehene Platte durch einen mit Uhrcontact versehenen Elektromagneten rasch vor dem Objectiv vorübergezogen, wo dann ein Momentbild des Pendels entsteht, wenn beide Spalte sich decken.

**Die C. Faure'sche Secundärbatterie.** *L'Électricien* No. 2 und Zeitschrift für angewandte Elektrizitätslehre No. 10, 1881.

Diese Batterie beruht auf einer wichtigen Verbesserung der bekannten Planté'schen secundären Elemente und wird in den genannten Zeitschriften von A. Naudet eingehend erläutert. Hiernach ist es Faure gelungen, die Ladung dieser secundären Elemente bedeutend zu beschleunigen und ausserdem ihre Capacität wesentlich zu vermehren. Derselbe erreicht dies dadurch, dass er die beiden Bleielektroden mit einer dicken Schicht Mennige bedeckt und darüber ein Stück Filz ausbreitet, welches an den Platten durch kleine Bleinieten befestigt wird. Lässt man nun einen



elektrischen Strom durch das Element hindurchgehen, so wird dasselbe geladen, indem die Schicht der positiven Elektrode in Bleisuperoxyd übergeht und diejenige der negativen rednirtes Blei wird. Während der Entladung des Elementes dagegen desoxydirt das Snperoxyd und oxydirt das rednirte Blei, worans hervorgeht, dass die elektrische Capacität des Secundärelementes von der Dicke der Mennigeschicht abhängt. Für ein Element von 25 cm Höhe und 12 cm Durchmesser fand Faure die bedeutende elektromotorische Kraft von 2,25 Volts und den sehr geringen inneren Widerstand von nur 0,006 Ohms. Die Verbesserung von Faure ermöglicht es, in einem Secundärelemente die vierfache Elektricitätsmenge derjenigen aufzuspeichern, welche ein Planté'sches Element gleicher Grösse zu fassen vermag. Bei Versuchen, welche man mit einer Batterie von 20 Elementen der oben angegebenen Grösse anführte, fand man, dass dieselbe eine äusserc Arbeit von 100 Kilogramm-meter pro Secunde liefert.

Am Schlusse seiner Ansätze bespricht Verf. noch die Möglichkeit, mit Hilfe der Erfindung von Faure grosse Elektricitätsmengen in Reservoiren aufzusammeln, welche man nach jedem beliebigen Orte transportiren und zu den verschiedenartigsten Zwecken verwenden kann, und hebt im *Electricien* noch besonders hervor, dass durch diese Erfindung der Anwendung der Elektricität bei elektrischen Bahnen ganz neue Gesichtspunkte eröffnet würden. —

Bei dieser Gelegenheit sei noch ein Aufsatz von E. Hospitalier in dem eben erschienenen Heft 5 der *Electricien* erwähnt, welcher desshalb von besonderem Interesse, weil Verf. in demselben den in jüngster Zeit vielfach aufgetretenen Uebertreibungen der Faure'schen Verbesserung sehr energisch entgegentritt. Hauptsächlich richtet sich seine Kritik gegen die Angaben über die Faure'sche Batterie von E. Reynier, welcher in No. 16 der *Comptes rendus* die Bedeutung derselben hervorzuheben und der *Société de Physique* seiner Zeit mitgetheilt hatte, dass ein Faure'sches Element bei gleichem Gewicht eine 40 mal grössere Elektricitätsmenge zu fassen vermöge, als ein Planté'sches. Aus den von Reynier gegebenen Zahlen und den Resultaten, welche er durch persönlich mit dem Planté'schen Elemente ausgeführte Experimente gefunden, weist Verfasser nach, dass die oben genannte Zahl 40 auf 2,8 zu redniren sei. Als wesentliche Verbesserung des Planté'schen Elementes durch Faure hebt jedoch auch Hospitalier die rasche Bildung der Elemente hervor. R.

**Ueber eine verbesserte Form des Voltameters.** Von Dr. A. v. Wurstemberger in Stuttgart.  
Centralzeitung f. Optik u. Mechanik 1881. Nr. 3.

Nach mannigfachen Versuchen, welche in Nr. 3 und 4 der genannten Zeitschrift ausführlich erörtert sind, ist dem Verf. die Construction eines sehr praktischen Universalvoltameters gelungen, welcher sich zur Messung sowohl sehr starker wie auch schwacher Ströme eignet. Bei seinen Versuchen ging Verf. davon aus, die Constante einer Tangentenboussole zu bestimmen, indem er die Boussole nach einander mit verschiedenen Voltametern in denselben Stromkreis einschaltete. Aus der im Voltameter zersetzten Menge der chemischen Verbindung ergibt sich der Werth der Stromstärke und der gesuchte Coefficient nach der Formel  $C = \frac{J}{\tan \varphi}$ .

Zunächst kam das von Poggendorf angegebene Voltameter in Anwendung; ein Platintiegel wurde mit einer concentrirten Lösung von Kupfervitriol angefüllt, in welche ein Kupferstab als positive Elektrode eintauchte. Aus dem Gewichte des in einer Minute auf den Tiegel niedergeschlagenen Kupfers ergab sich für die Constante der Boussole der Werth 82,49. Bei einem weiteren Versuche wurde als Gefäss eine Platinschale und als positive Elektrode eine Kupferschale angewandt, welche letztere an einem Kupferstabe befestigt war und in die Kupfervitriollösung eintauchte. Zwei mit diesem Apparate ausgeführte Bestimmungen der Stromstärke ergaben für den Reductionsfactor der Boussole 67,82 und 64,44.

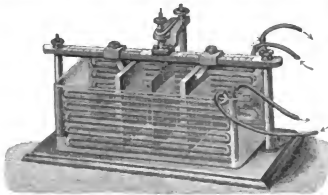


Als geeignetste Form fand schliesslich Verf. die des sogenannten Plattenvoltameters. Inmitten eines Glasgefässes ist eine Platinplatte P als negative Elektrode befestigt; zu beiden Seiten derselben befinden sich zwei Kupferplatten K<sub>1</sub> und K<sub>2</sub> als positive Elektroden, welche durch einen Querbügel mit einander verbunden sind. Damit bei der Zersetzung der Vitriollösung auf der Platinplatte eine möglichst gleichförmige Ablagerung des Kupfers stattfindet, ist es erforderlich, dass die beiden Kupferplatten gleich weit von der Platinplatte entfernt und genau parallel zu derselben aufgestellt werden. Der bei a eintretende positive Strom theilt sich in die

beiden Stromintensitäten  $J_1$  und  $J_2$ , welche bei genauer Aufstellung der Platten in Bezug auf die Dicke der Flüssigkeitsschichten die gleichen Widerstände  $W_1$  und  $W_2$  zu überwinden haben. Wie ans der Figur sofort ersichtlich, hat die Aufstellung je einer positiven Elektrode auf beiden Seiten der Platinplatte den Vortheil, dass bei einer Verrückung der letzteren die Widerstandsverringernng auf der einen Seite durch eine Zunahme auf der anderen Seite ausgeglichen wird und die Stromstärke unverändert bleibt. Das Gefäss war bis zum oberen Rand der Platten ebenfalls mit einer Lösung von Kupfervitriol angefüllt und ergab sich hier aus dem Gewichte des auf beiden Seiten der Platinplatte abgesetzten Knppers für die Constante der Boussole der Werth 65,97.

Die grosse Abweichung dieses Werthes vom ersten erklärt Verf. durch die Ungenauigkeit der Winkelablesung der Boussole beim ersten Versuche, wo dieselbe in Folge des grossen Widerstandes des Voltmeters nur  $1^\circ$  Ablenkung zeigte und somit schon ein Fehler von  $15'$  genügt, diese Differenz zu erklären. Die Ablenkung der Nadel beim Plattenvoltmeter betrug 43,5 und die bei den Schalenvoltmetern resp. 33 und 27 Grad. Was die Abweichung in den beiden letzten Fällen betrifft, erklärt Verf. dieselbe durch Inconstanz des Stromes und leichte Erwärmung der Flüssigkeitsschicht beim Schalenvoltmeter.

Nach den Principien dieses Plattenvoltmeters hat nun Verf. ein grosses Universalvoltmeter construirt, welches noch wesentliche Verbesserungen enthält; dasselbe ist in nebenstehender Figur dargestellt. Als Gefäss dient eine Glaswanne, über welche ein mit Millimetertheilung versehenes Lineal gelegt ist. Inmitten derselben ist die Platinplatte befestigt während die beiden positiven Elektroden mittels zweier Schlitzen zu beiden Seiten der Platinplatte verschiebbar sind, wodurch ermöglicht wird, je nach der Stärke des zu messenden Stromes die Entfernung der Platten zu vergrössern oder zu verkleinern. Um das zu schnelle Zerfressen der Kupferplatten zu verhindern, ist jede derselben an den Rändern und an der vom Platin abgekehrten Seite mit Asphaltlack überstrichen. In der Wanne

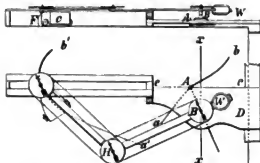


sind schliesslich an den Langseiten noch hin und herlaufende Kühlrohre aus Glas angebracht, durch welche kaltes Wasser geleitet wird, um während des Versuches die zu zersetzende Flüssigkeit auf derselben Temperatur zu erhalten.

**Eine neue Integrationsmaschine.** Von C. V. Boys. Engineering No. 803. 20. Mai 1881. S. 505. — Phil. Mag. Mai 1881, S. 342.

Verf. giebt die Construction einer Integrationsmaschine an, welche sich dem mathematischen Vorgange der Integration genauer anschliesst, als dies die bekannten ähnlichen Apparate thun.

Das T-förmige Gestell  $D$  (s. Fig.) trägt ein festes Centrum  $B$ , welches längs der Abscissenaxe der gegebenen Curve bewegt werden kann. Ein Arm  $AB$ , welcher durch  $B$  geht, trägt den Stift  $A$ , welcher sich nur längs der Verticallinie  $ee$  des Gestells  $D$  bewegen kann. Der Stift  $A$  kann jeder gegebenen Curve,  $ab$ , folgen. Die Entfernung des Centriums  $B$  von der Kante  $ee$  ist constant ( $=k$ ). Die Neigung des Arms  $AB$  ist also derartig, dass in jedem Augenblicke seine Tangente gleich der Ordinate der gegebenen Curve dividirt durch  $k$  ist; die Tangente des Neigungswinkels ist also proportional der Ordinate und wenn  $A$  dem Laufe der gegebenen Curve  $ab$  folgt, hat  $AB$  stets die Neigung der gesuchten Curve  $a'b'$ .



Der Theil des Instrumentes, welcher die gesuchte Curve aufzeichnet, ist ein auf drei Rädern ruhender Führungswagen  $c$ , dessen vorderes Rad  $F$  dieselben Functionen hat, wie etwa das Steerrad eines Velocipeds. Der obere Theil von  $D$  liegt über der Ebene des Papiers und bildet eine Brücke, unter welcher der Führungswagen arbeitet. Das Rad  $F$  bewegt sich nur in seiner eigenen Ebene, welches auch die Stellung des Wagens sei. Wenn also der Wagen so gestellt

wird, dass  $F$  sich in der Linie  $ee$  bewegt und in gleicher Zeit parallel zum Arme  $AB$  ist, dann muss  $F$  nothwendig die gesuchte Curve beschreiben, deren Ordinaten  $y'$  proportional dem Integral der gegebenen Curve sind, denn da dann  $\frac{dy'}{dx} = \frac{y}{k}$ , so folgt unmittelbar  $y' = \frac{1}{k} \int y dx$ .

Um das Rad  $F$  in der vorgeschriebenen Weise sicher zu führen, ist der Wagen  $c$  oder genauer sein Vorderrad  $F$  mit dem Arm  $AB$  durch ein aus zwei Stangen gebildetes Gelenk verbunden; die beiden Stangen sind um ein gemeinsames Scharnier  $H$  drehbar, dessen Zapfen mit dem Zapfen von  $B$  und dem Gabelzapfen, in welchem das Rad  $F$  läuft, durch Schnurscheiben verbunden sind. Es liegt im Wesen dieser Schnurscheibenverbindung, dass alle mit ihrem Zapfen in fester Verbindung stehenden Theile in jeder Stellung des Mechanismus einander parallel bleiben, und so bleibt auch die Ebene des Rades  $F$ , wenn sie einmal dem Arm  $AB$  parallel gestellt ist, immer in dieser Stellung, wie dies in der Figur die 3 den Schnurscheiben eingezeichneten Pfeile andeuten. Da übrigens beim Schnurtrieb leicht Gleitungsverluste eintreten, so wäre derselbe nach des Ref. Ansicht besser durch eine Parallelogrammführung zu ersetzen.

Ausserdem dass die beschriebene Maschine das  $\int y dx$  zu finden gestattet, vermag man mit ihrer Hülfe noch eine Reihe anderer Integrationen auszuführen. Stellt man, um ein Beispiel anzuführen, das Stenerrad  $T$  statt wie bisher parallel, senkrecht zum Zeiger  $AB$ , so giebt die Länge

der gefundenen Linie das Integral  $\int \frac{dx}{y}$  und damit beispielsweise die Zeit, die ein Körper braucht,

um eine bestimmte Strecke zu durchlaufen, wenn die Geschwindigkeit als Function seines Weges gegeben ist. Der Erfinder giebt noch andere kleinere Abänderungen an, um auch Integrale wie  $\int y^2 dx$ ,  $\int y^3 dx$  u. s. f. mit Hülfe seiner Maschine zu ermitteln. Zieht man z. B. durch  $A$  eine senkrechte zu  $AB$ , die die  $x$ -Axe in einem Punkte  $P$  schneidet, verbindet diesen Punkt mit einem Punkt auf der Kante  $ee$ , der um den Factor  $k$  von dem Schnittpunkt von  $ee$  mit der  $x$ -Axe entfernt ist, und stellt dann das Stenerrad  $T$  parallel dieser Verbindungslinie, so giebt die neue Curve  $\int y^2 dx$ . Zieht man durch den Schnittpunkt  $P$  eine Parallele zu  $AB$  und stellt das Rad  $F$  parallel der Verbindungslinie des Punktes  $B$  auf dem Schnittpunkte jener Parallellinie mit der Kante  $ee$ , so findet man das  $\int y^2 dx$ . Hat man das Product zweier Functionen  $\varphi(x)$  und  $\psi(x)$  zu integrieren, so bezieht man die sie darstellenden Curven auf zwei  $x$ -Axen und geht ihnen mit entsprechenden auf der Kante  $ee$  befindlichen Spitzen nach. Man bringt aber das Schnurscheibengelenk nicht mehr zwischen  $B$  und  $F$  an, sondern zwischen  $B$  und der oberen Ziehspitze und lässt mit ihrer Hülfe einen an diese Spitze angebrachten Zeiger rechtwinklig zu  $AB$  sich bewegen. Schneidet dieser Zeiger die obere  $x$ -Axe in einem Punkte  $P'$ , so hat man das Stenerrad  $T$  senkrecht zu der Linie zu stellen, welche  $P'$  mit einem um  $k$  von der oberen Axe entfernten Punkt der Kante  $ee$  verbindet. Ändert man die Stellungen dadurch, dass man den zweiten Zeiger statt senkrecht parallel zu  $AB$  sich bewegen lässt, so findet man  $\int \frac{\varphi(x)}{\psi(x)}$  u. s. f.

Der sinnreiche Apparat liegt bis jetzt nur in einem von Heiligar construirten Modell vor. s.

#### Für die Werkstatt.

**Ein Mittel zum Reinigen von Mattgold.** Allgem. Journ. f. Uhrmacherk. 1881. Nr. 24.

Man nehme 80 g Chlorkalk, 80 g doppelkohlensaures Natron und 20 g Kochsalz, übergiesse dieses mit etwa 3 l destillirtem Wasser und fülle die Mischung auf gutverkorkt zu haltende Flaschen. Beim Gebrauch lege man die angefahrenen Sachen in eine Schale, übergiesse sie mit der vorher umgeschüttelten Flüssigkeit, so dass sie gerade bedeckt werden und lasse sie einige Zeit darin liegen, event. erwärme man ein wenig. Hieran werden die Sachen ausgewaschen, in Spiritus abgospült und in Sägemehl ausgetrocknet. Es sei noch bemerkt, dass Eau de Javelle dieselbe Wirkung ansübt, jedoch ungefähr achtmal so theuer ist. Q.

**Mittel um genaue Schnitte und Löcher in Glas und Porzellan auszuführen.** Wieck's Gew. Ztg. 1881 Nr. 22.

Die Reisszengfabrikanten E. O. Richter & Co. in Chemnitz haben ein Verfahren erfunden, dünne Neusilberarbeiten von 15, 20, 25 mm Durchmesser derartig mit Diamant zu imprägniren, dass die an einem schnellgehenden Drehstählchen befestigte Scheibe Glas und Porzellan rapid zu durchschneiden, bezw. mit beliebigen Schnitten in grosser Feinheit und Accuratesse zu versehen vermag. Mit Anwendung des gleichen Verfahrens hergestellte Cylinder dienen zum Ein-

schneiden kreisrunder Löcher resp. Anschneiden runder Stöcke. Die Abnutzung soll selbst bei starkem Gebranche kaum merklich sein. Q.

**Verfahren zur Herstellung von schleif- und polirfähigen Ueberzügen auf Holz-Metallen u. s. w.** Von Ignaz Mayer in Nippes bei Köln. D. R. P. 12778 v. 24. Juli 80.

Die Erfindung giebt ein Mittel, die Oberflächen von Holz, Metallen, Leder, Horn, Gewebe, Guttapercha, Weich- und Hartgummi u. s. w., mögen sie bereits mit einem Anstrich versehen sein, oder nicht, mit einem gegen atmosphärische oder andere Einflüsse z. B. gegen Fette und Oele schützenden Ueberzuge zu versehen, der zugleich das Aussehen der Gegenstände verbessert. Dieser Ueberzug besteht aus farblosem Collodium, das mit ätherischen Oelen [Melisengeist, Lavendelöl, Nelkenöl u. s. w.] versetzt ist. Unter Collodium soll jede Auflösung von Nitrocellulose in Aether oder Alkohol verstanden sein. Der Collodiumüberzug wird durch den Zusatz ätherischen Oeles haltbar und zäh; er lässt sich gut poliren und kann heftigen mechanischen Einwirkungen widerstehen; auch entbehrt er nicht einer gewissen Elasticität. Q.

**Nickelplattirung mittels Kochens.** Von Dr. R. Kaiser. Bayer. Gewerbezg. 1881.

Man präparirt ein Bad von reinem gekörnten Zinn, Weinstein und Wasser, welches bis zum Kochpunkte erhitzt wird und dem man eine kleine Quantität reinen rothglühenden Nickeloxydes zusetzt. Ein Theil des Nickels wird sofort aufgelöst, wie die grüne Farbe beweist, welche die Flüssigkeit annimmt. Gegenstände von Kupfer oder Messing werden nun in der Flüssigkeit in kurzer Zeit mit einer weissen silberähnlichen Metall-Plattirung überzogen, die fast ganz aus reinem Nickel besteht. Durch Zusatz einer geringen Menge Kobalt-Carbonates oder Tartrotes in das Bad erhält man eine bläuliche Schattirung, die je nach der Quantität der Zngabe heller oder dunkler erscheint und durch Poliren mittels Kreide oder trockenen Sägemehles hohen Glanz gewinnt. Q.

**Haltbaren und feuerfesten Kitt für Metall** (Allg. Journ. für Uhrmacherk. 1881) soll man dadurch erhalten, dass man pulverisirten Asbest mit Wasserglas mischt. Q.

## Sprechsaal.

Von mehreren Seiten werden uns Gegenstände namhaft gemacht, deren Besprechung in unsrer Zeitschrift von allgemeinerem Interesse wäre und ein wirkliches Bedürfniss befriedigen würde. U. A. macht uns Herr Navigationslehrer Fr. Döring in Papenburg auf den hohen Werth monographischer Ansätze über Constructionen und Leistungen folgender für die Nautik wichtigen Instrumentenklassen aufmerksam: Compasse, Spiegelinstrumente, Loggapparate, Barometer, Thermometer, Uhren. Bezüglich des Werthes derartiger Ansätze befinden wir uns selbstverständlich in vollkommenstem Einverständnis mit dem Herrn Einsender; gegenwärtig aber können wir nur bezüglich der drei letztgenannten Gegenstände, über welche uns Mittheilungen in der gewünschten eingehenden Weise bereits zugesagt sind, Erfüllung seiner Wünsche versprechen. Bezüglich der anderen, deren Anwendungsgebiet ein viel enger begrenztes ist, wären wir dazu nur im Stande, wenn sich ein specieller Fachmann der überaus verdienstlichen Aufgabe unterzöge, seine Erfahrungen über die seinem Wirkungskreise zugehörigen Instrumente in unsrer Zeitschrift niederzulegen, da nur von dieser Seite die Aufgabe in wirklich befriedigender Weise gelöst werden könnte.

Auch ein Mechaniker, Herr Himmler in Berlin, bezeichnet in einer an uns gerichteten Zeitschrift als sehr wünschenswerthe und allgemein interessirende Mittheilungen solche über optisches Glas, über Vernickelung, richtiges Recept zur Bereitung von Chlorsilber und ein gutes Verfahren beim Antimoniren. Auch bezüglich dieser Mittheilungen sind wir völlig auf die Güte vereinzelter, mit den betreffenden Gegenständen vertrauter Leser angewiesen, an welche wir hierdurch die Bitte richten, ihre Erfahrungen unsrer Zeitschrift anzuvertrauen. — Ebenso bitten wir alle unsere Leser, denen gewisse Mittheilungen von allgemeinerem Interesse erwünscht sind, uns dies anzuzeigen; wir werden an dieser Stelle über solche für unsere Ziele so werthvollen Anregungen in der Hoffnung berichten, dass uns an diesem Anlass manche der ersprießlichsten und gemeinnützigsten Mittheilungen zufließen werden. Die Redaction.

— Nachdruck verboten. —

# Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions - Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt,  
Vorsitzender.

R. Fuess,  
Beisitzer.

Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz,  
Schriftführer.

Verantwortlicher Redacteur: Dr. Georg Schwirkus.

I. Jahrgang.

August 1881.

Achtes Heft.

## Astronomisches Doppel-Fernrohr.

Von

H. Goltzsch in Berlin.

In einem ersten Aufsatz über diesen Gegenstand<sup>1)</sup> ist die Vereinigung von zwei Fernröhren beliebiger Grösse zu binocularer Beobachtung theoretisch erörtert worden. Die praktische Frage, ob sich Objective von hinreichend übereinstimmender Brennweite herstellen lassen, ist wenigstens für kleinere bejahend entschieden durch die beiden von Hrn. Dr. H. Schroeder gelieferten von 74 mm Oeffnung und 1,22 m Brennweite, welche bei dem durch die Herren Fr. Schmidt & Haensch ausgeführten Versuchs-Instrumente Verwendung gefunden haben. Bei der Construction desselben ist der Einfachheit wegen auf parallaktische Aufstellung, wie auf Messvorrichtungen jeder Art verzichtet worden. An die sechsseitige hölzerne Säule des mit Rollen und Fusschrauben versehenen Stativs, welche oben die Form einer starken verticalen Platte *A* annimmt (Fig. 1) ist demnach unmittelbar das Tragstück *B* für die verticale Drehungsaxe angeschraubt, welche, in doppeltem Conus drehbar, von unten her noch durch eine Schraube gestützt und in ihrem Gange regulirt wird. Diese Verticalaxe (*C*) trägt oberhalb das gabelförmige Lagerstück *D* für die horizontale beiderseits hervorragende Axe *E*; an dieser ist links an einem Hebelarm verschiebbar das allgemeine Gegengewicht *F* von 6,3 kg Schwere befestigt, rechts vermittels eines besonderen Verbindungsstückes *G* und zweier Klemmringe das tiefer liegende Fernrohr *H*, und zwar so, dass die horizontale Axe verlängert die

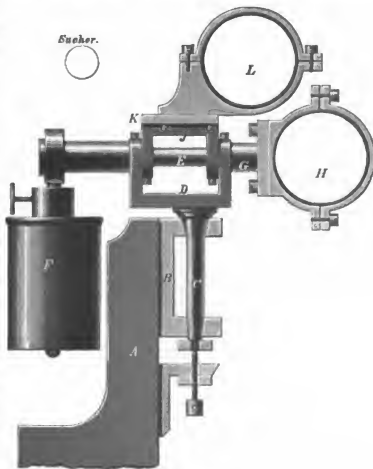


Fig 1 (1/4 nat. Gr.).

<sup>1)</sup> Heft 4 S. 105 d. Zeitschr.

des Fernrohres senkrecht schneiden würde. Die Drehungsaxe wird durch übergeschraubte Knebel in den Y-förmigen Lagern mit der angemessenen Reibung festgehalten. Ein zweites gabelförmiges, dem ersten ganz ähnliches und eben so mit Knebeln versehenes Lagerstück *J* ist in jenes genau eingepasst und ruht seinerseits auf der Horizontalaxe, und mit ihm, durch die Trageplatte *K* und passend geformte Klemmringe verbunden, das linke höher liegende Fernrohr *L*, so dass auf diese Weise die beiden Fernröhre sich in parallelen Verticalkreisen, deren Abstand auf 60 mm als der allergeringsten Augenweite bemessen ist, frei bewegen lassen würden, wenn nicht durch eine zugleich zur Correction dienende Vorrichtung dafür gesorgt wäre, dass beide Röhren diese Drehung nur gemeinsam ausführen können. Es besteht diese Vorrichtung (Fig. 2) aus einem starken Ringe, welcher das dünnere Ansatzrohr des rechten Fernrohres lose umgibt und durch welchen von rechts und unten her feine gegen das Rohr wirkende Kopfschrauben geführt sind, während der Ring selbst mit dem linken Fernrohr fest verbunden ist, sodass sich die Ocularenden der Fernröhre durch die gedachten Schrauben in der Richtung von rechts nach links und von unten nach oben einander nähern lassen. Für letztere Richtung kann das gedrückte Fernrohr ohne Weiteres nachgeben, weil es in demselben Sinne auf der Horizontalaxe drehbar ist; in der ersteren würde es sich biegen müssen; es ist deshalb der nöthige Spielraum dadurch hergestellt, dass durch etwas loses Einpassen des



Fig. 2 ( $\frac{1}{4}$  nat. Gr.).

Lagers ein geringes Wanken des ganzen linken Rohres auf der horizontalen Axe möglich ist, so dass es auch in diesem Sinne dem Druck der Schraube folgen kann. Ihre Gegenwirkung finden beide Schrauben gemeinsam in einer ihnen in mittlerer Lage gegenüberstehenden kurzen Spiralfeder zwischen Ring und Rohr, wobei es freilich unvermeidlich ist, dass beim Drehen der einen das Rohr an der stumpfen Spitze der anderen hingleitet; da ausserdem für jede der beiden Richtungen die erwähnte Feder nur mit halber Kraft wirkt, so ist noch für jede eine besondere, in gleichem Sinne wirkende Feder nach dem Objectivende der Röhren zu angebracht. In welcher Weise, kann hier übergangen werden, da diese ganze auf etwas gezwungene Art zu Stande gekommene Vorrichtung leicht durch eine bessere zu ersetzen wäre. Der Zweck aber dieser wie jeder anderen dafür zu setzenden besteht darin, dass dem Beobachter die Möglichkeit gewährt wird, durch die beiden ihm leicht erreichbaren Schrauben die gegenseitige Lage der Fernröhre in jedem Augenblick aufs Leichteste und Genaueste zu reguliren; denn die Verhältnisse, welche das einmalige, für immer gültige Fixiren dieser Lage verhindern, sind so mannigfacher Art, dass die Brauchbarkeit des ganzen Instruments geradezu von der gedachten Möglichkeit abhängt. Die kleinste Abweichung aber von der in jedem Fall richtigen Lage der Fernröhre zu einander, welche letztere nur bei unendlich entfernten Objecten ein wirklicher Parallelismus ist, macht sich durch ein nicht mehr vollständiges Zusammenfallen der beiden Gesichtsfelder in störender Weise bemerklich. Aus diesem Grunde könnten auch Messvorrichtungen jeder Art nur an dem einen Fernrohr angebracht werden, wogegen das zweite in den erforderlichen Grenzen beweglich bleiben muss.

Die beiden festen Hauptröhren, welche, wie beschrieben, durch Klemmringe an ihre Träger befestigt sind, wurden weder von Metall noch Holz, sondern in bisher ungebräuchlicher aber vorzüglich sich bewährender Weise aus Rollenpapier hergestellt, das mit kaltflüssigem Leim über einen schwach conischen hölzernen Dorn gewickelt ist; sie besitzen bei vollkommener Festigkeit eine grosse Leichtigkeit. Am Ocularende sind dünnere Messingröhren angefügt, in denen sich Auszugsröhren in der gewöhnlichen Weise durch Trieb- und Zahnstange verschieben lassen. In diese Auszugsröhren sind wiederum leere um die Axe drehbare Hülsen eingeschoben, die durch besondere Klemmschrauben festgestellt werden können und mit einer zur Axe senkrechten viereckigen Platte von 62 mm Breite und 51 mm Höhe endigen. (Fig. 3 und 4.) Durch die vorspringenden Ecken dieser Platte sind die Schrauben geführt für die Befestigung des Winkelstücks, welches den stumpfwinkligen Ansatz des Verlängerungsrohres vermittelt. Es besteht aus einem horizontal liegenden regulär dreiseitigen Hohlprisma von dünnem Messingblech von 62 mm Länge, (gleich der Breite jener Platte) auf welches an beiden Enden kurze aber starke dreiseitige Hülsen aufgelöthet sind, in welche jene 4 Eckschrauben fassen. Es verbleibt sonach zwischen der

Fig. 3 ( $\frac{1}{4}$  nat. Gr.).

Platte und dem mittleren Theil des Hohlprisma ein rechteckiger Raum, der zur Aufnahme des Ocularschiebers dient. Dieser Schieber passt jedoch nur seiner Dicke nach, welche 6 mm beträgt, in den erwähnten Raum, im Uebrigen findet er Führung und Anschlag an drei senkrecht aus der Platte hervorragenden Stiften, welche noch neben ihm in dem erwähnten rechteckigem Raum Platz finden (in Fig. 3 nicht sichtbar); und zwischen denen er beim Einschneiden des zur Aufnahme der Ocular-Linse dienenden Gewindes provisorisch befestigt wurde, um eben dieses Gewinde sicher centriert zur Hauptaxe des Fernrohrs zu erhalten. Beim Gebrauch wird der von unten eingeführte Schieber durch einen (nicht gezeichneten) federnden Vordreher in derselben Lage festgehalten. Die in den Schieber mit ihrer Fassung natürlich vollständig versenkte Linse ist möglichst nahe an die dünne von einer runden Öffnung durchbohrte Wand des Hohlprisma gerückt, welches seinerseits das total reflectirende Glasprisma aufnimmt, welches, auf einem Schlitten mit einigen gleichzeitig zur Correction dienenden Schrauben befestigt, von links eingeschoben wird, und den oberen Winkel der Höhlung beinahe ausfüllt. Der Schlitten (in Fig. 3 eben ganz dargestellt) ist unterhalb des Prisma offen, zur bequemen Reinigung der unteren Glasfläche. Die Seitenlänge des Prisma ist 17 mm; sie könnte jedoch, da bei derselben das Gesichtsfeld noch etwas klein ausfällt, um einige Millimeter grösser sein, wobei dann natürlich auch das Hohlprisma und das ganze Winkelstück entsprechend vergrößert werden müsste. Auf die Rückseite dieses Winkelstücks, welche der Vorderseite ganz gleich ist, ist ferner eine der ersten gleiche viereckige Platte geschraubt, so dass also auch hinter dem Prisma

ein Raum für einen Ocularschieber gebildet wird, dessen Gewinde jedoch centrisch ist zu dem der zweiten Platte rückwärts ansitzenden Verlängerungsrohr (s. Fig. 4, wo dieser Schieber herausgezogen dargestellt ist). In dem Fall, dass die Axe dieses Augenrohres mit der des Hauptrohres nicht genau in dieselbe Ebene fällt, erfolgt die Correction durch Verschieben der einen oder der anderen Platte auf dem Winkelstück; das genaue Schneiden beider Axen aber in der spiegelnden Fläche des Prisma wird theils durch dasselbe Mittel, theils durch die Correctionsschrauben bewirkt, mit denen das Prisma auf seinen Schlitten befestigt ist. Es kann also auf diese Weise entweder vor oder hinter dem Prisma ein Ocular eingeschoben werden; vor dem Prisma ist der Platz für die starken, hinter demselben der für die schwachen Linsen; denn weil die weiter rückwärts folgenden Convexlinsen ebenfalls festbestimmte Plätze haben, der vordere Brennpunkt der ersten dieser Linsen aber wenigstens nahezu mit dem vorderen Zerstreuungspunkt der concaven Ocularlinse zusammenfallen muss, so müssen die schwachen Oculare jener Linse näher stehen, als die starken. Für jeden der beiden Plätze sind zwei Schieberpaare vorhanden; (in Fig. 4 sind zwei solcher Schieber der Deutlichkeit wegen in grösserem Maassstabe abgebildet.) Die Linsen sind alle gleichseitig biconcav und aus Crownglas. Die vor dem Prisma einzuschiebenden haben einen Radius von 10, resp. 15 mm, die anderen 20, resp. 30 mm, und die durch dieselben erzielten Vergrösserungen, welche durch die beiden noch folgenden Convexlinsen nicht mehr geändert werden, sind 135, 90, 68, 45 Mal. Die beiden stärksten davon sind ausserdem noch durch besondere Prismenpaare vertreten, in welche auf der Vorderseite Concavflächen von 5 resp. 7,5 mm Radius eingeschliffen sind, wodurch die besondere Linse ganz entbehrlich wird, und zwar ist die optische Wirkung ganz dieselbe, die genaue Adjustirung solcher Prismen aber ist ohne Hilfe der ausserdem vorhandenen, mit dem Planprisma verbundenen, getrennten Linsen kaum ausführbar; beim Gebrauch dieser vereinfachten Einrichtung tritt an die Stelle des vorderen Ocularschiebers ein ähnlicher mit einer blossen Blendenöffnung. Eine möglichst enge Blende ist auch vor resp. hinter jeder Linse in dem Schieber selbst angebracht, da die breiten matten Ränder der Concavlinsen leicht störende Reflexe veranlassen, auch aus diesem Grunde die Linsen selbst erheblich grösser sein müssen, als sie gebraucht werden. Die beiden unteren Kanten der verschiedenen Prismen sind gleichfalls durch eine leicht federnd aufgeschobene geschwärzte dünne Platte mit schmalen umgebogenen Rändern gedeckt, da sie nie völlig scharf sein können, eine matt abgestumpfte Kante aber ebenfalls leicht falsches Licht ins Gesichtsfeld wirft. Es sei hier sogleich noch erwähnt, dass die total reflectirenden Prismen auch mit ebenen Glasspiegeln, deren Rückseite geschwärzt ist, vertauscht werden können. Solche Spiegel reflectiren bei dem hier stattfindenden Einfallswinkel von  $60^\circ$  nur etwa  $\frac{1}{15}$  der gesammten Lichtmenge. (Gemessen wurde dies durch entsprechendes Abblenden des einen Fernrohrobjectivs bei gleichzeitiger Benutzung des Prisma.) Diese Abschwächung des Lichts dient an Stelle der für manche astronomische Objecte sonst erforderlichen Dämpfungsgläser; für die Sonne wird selbstverständlich ausserdem noch ein tief gefärbtes Blendglas erforderlich. Den Schluss endlich der optischen Construction bilden die beiden flachen Convexlinsen, welche den Augenpunkt in eine ihrer vierfachen Brennweite gleichkommende Entfernung hinter den vorderen Zerstreuungspunkt des Oculars verlegen. Diese Linsen haben 65 mm Brennweite am linken, 90 mm am rechten Fernrohr; sie haben 35 mm



Durchmesser und sind gleichzeitig biconvex. Sie sitzen (Fig. 4) in theils mit ihren Fassungen verschraubten, theils in einander geschobenen Röhrenstücken, welche zusammen das Augenrohr links von 23 cm, rechts von 32 cm Länge bilden. Die Distanzen der Linsen sind ein für alle Mal festgestellte, und zwischen ihnen sitzen die Blenden, links 17, rechts 23 mm weit; dieselben erscheinen jedoch vom richtigen Augenpunkte aus genau gleich gross. Das letzte hinten offene Röhrenstück ist verengert, um den Augen eine bequeme Annäherung an den Rand zu gestatten; auf diesen engeren Theil kann noch ein kurzer, mit blosser Oeffnung versehener Auszug (in Fig. 4 nicht gezeichnet) geschoben werden, um den Augenort etwas modificiren zu können, was dadurch bedingt ist, dass nicht alle der erwähnten Ocularlinsen genau an ihrem theoretisch bestimmten Ort stehen; denn je zwei Paare derselben haben

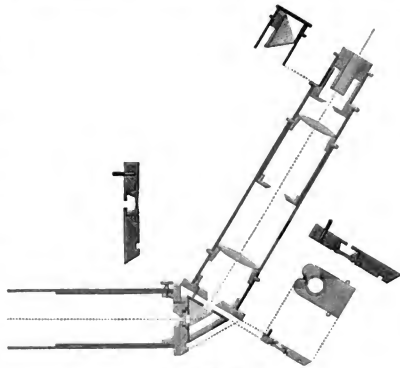


Fig. 4 ( $\frac{1}{4}$  nat. Gr.).

nur einen gemeinschaftlichen Platz vor oder hinter dem Prisma, während der Platz für jedes der vier Paare ein besonderer sein sollte. Dies hat zwar keinen merklichen Einfluss auf das Bild selbst, wohl aber einen geringen auf den relativen Ort des Auges. An Stelle des eben gedachten Auszuges kann auf das Rohrende auch ein etwas längerer geschoben werden, welcher das rechtwinklige Reversionsprisma enthält, das zur Beseitigung der Pseudoskopie und zur Herstellung der natürlichen Lage des Bildes bei terrestrischen Beobachtungen dient; in Fig. 4 ist dasselbe in richtiger Stellung und ausserdem daneben um einen rechten Winkel gedreht vorgestellt. Auf beiderlei Auszüge passt endlich ein Oculardeckel für den Nichtgebrauch des Instruments, da ein Reinhalten der hintersten Linsenfläche hier besonders wichtig ist; an seine Stelle tritt für Sonnenbeobachtung das Blendglas.

Eigentliche Beobachtungen mit dem so beschriebenen Instrument liegen noch nicht vor; es lässt sich nur im Allgemeinen sagen, dass man, einmal an dasselbe gewöhnt, nur ungerne und für kurze Zeit zum einfachen Fernrohr zurückkehrt. Eine gewisse Incorrectheit der stereoskopischen Wirkung liegt allerdings darin, dass die beiden Fernröhre nicht direct neben- sondern auch theilweise untereinander liegen, so dass die Verbindungslinie der Augen einen bedeutenden Winkel mit derjenigen Richtung macht, in welcher die stereoskopische Verschiebung stattfindet; in den meisten Fällen wird dies jedoch nicht bemerkt, wenigstens bei der geringen Grösse des in Rede stehenden Fernrohrs; auch wird der Fehler gerade in solchen Fällen, wo er am bedeutendsten sein sollte, nämlich bei grossen Unterschieden in der Entfernung näherer, gleichzeitig im Gesichtsfelde sichtbarer Objecte, bedeutend gemildert durch

die damit nothwendig verbundene Verschwommenheit des näheren oder entfernteren Objects. Im Uebrigen ist das Relief der Natur der Sache nach stets nur ein flaches; dennoch ist wegen der nahezu parallelen Richtung der Augenaxen bei passender Beleuchtung die Illusion eine vollständige. Es liegt aber auch ganz nahe, ein solches Doppelfernrohr nach dem Muster des Helmholtz'schen Telestereoskops einzurichten, wodurch dann auch für beträchtliche Entfernungen ein wirklich plastischer Eindruck erzielt werden würde. Noch sei bemerkt, dass auch für Spiegelteleskope eine ganz ähnliche Einrichtung, wie die hier für Refractoren beschriebene, ausführbar ist, sowie, dass die Combination einer Concavlinse mit zwei flachen Convexlinsen unter Weglassung des Prisma auch als astronomisches Einzel-Ocular manche Vortheile bieten dürfte, da sich damit ein bedeutendes Gesichtsfeld bei vollständiger Correctheit und gleichzeitiger Schärfe des Bildes in allen Theilen erzielen lässt, und auch bei den stärksten Vergrößerungen das Auge weit von der letzten Linse entfernt bleibt. Nur für sehr schwache Vergrößerungen erscheint es nicht recht anwendbar, weil mit allzusehr zunehmender Zerstreungsweite der Concavlinse ein secundäres Reflexbild zwischen dieser und der ersten Convexlinse immer deutlicher wird, dessen Licht bei stärkerer Concavlinse weit zerstreut und dadurch unschädlich wird.

## Ueber Erzeugung und Untersuchung von Mikrometerschrauben.

### IV. Uebersicht über die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen von Mikrometerschrauben.

Von

Dr. A. Westphal in Berlin.

(Schluss.)

Die letzte Untersuchung, welche uns im Einzelnen beschäftigen wird, hat in jüngster Zeit Dr. G. Müller in Potsdam<sup>1)</sup> für das Faden-Mikrometer des 9 zölligen Aequatoreals der Berliner Sternwarte ausgeführt. Diese Untersuchung dürfte ein besonderes Interesse desshalb für sich in Anspruch nehmen, weil dieselbe Schraube vor einer Reihe von Jahren schon von Prof. Förster untersucht ist und man also Gelegenheit hat, aus einer Vergleichung der beiderseitigen Resultate zu ersehen, ob und wie weit der Zustand der Schraube ein anderer geworden ist.

Ueber das Fädensystem des Mikrometers ist Folgendes vorauszuschicken. In der Focalebene des Objectivs befinden sich auf ein und derselben Platte zwei zu einander rechtwinklige Fadensysteme, von denen jedes aus parallelen Fäden besteht. Das ganze System kann vermittels einer gewöhnlichen Schraube in einer beliebigen Stellung festgeklemmt werden. Parallel zu den zur Bewegungsrichtung des Schlittens senkrechten Fäden dieser Platte bewegt sich über dieselbe hinweg ein zweiter Schlitten mit Hilfe der eigentlichen Mikrometerschraube. Dieser Schlitten trägt die beiden beweglichen Fäden. Die Schraube hat 80 Windungen; die Schraubentrommel ist in 100 Theile getheilt.

<sup>1)</sup> G. Müller, Untersuchungen über Mikrometerschrauben mit besonderer Anwendung auf das Fadenmikrometer des 9 zölligen Aequatoreals der Berliner Sternwarte. Inaug.-Diss. Berlin 1876.

Zur Bestimmung der periodischen Ungleichheiten bediente sich Müller zweier Intervalle. Als erstes Messungsintervall wählte er die Distanz der beiden beweglichen Fäden, eine Entfernung von etwa 1<sup>m</sup>5. Es wurden zunächst die vier Windungen der Schraube von 20° bis 23° untersucht. Der eine bewegliche Faden wurde mit dem festen Faden II, während die Schraube auf 20° gestellt war, fünf Mal hintereinander zur Coincidenz gebracht und dann der andere bewegliche Faden ebenso oft auf denselben Faden eingestellt; dann wurde die Schraube um 0<sup>m</sup>1 verschoben, dieselben Einstellungen gemacht, und dies so oft wiederholt, bis alle vier Windungen untersucht waren. In derselben Weise wurden noch vier andere Stellen der Schraube untersucht und zwar die Intervalle von 30° bis 33°, 40° bis 43°, 50° bis 53° und 60° bis 63°. Alle untersuchten Windungen zeigen fast genau dasselbe Verhalten, ein Maximum im ersten und ein Minimum im siebenten Zehntel. Man wird sich hiervon aus der folgenden Tabelle überzeugen, welche die Mittelwerthe von je vier Windungen enthält.

| Stellung<br>der<br>Schraube | Entfernung in Intervall von |        |        |        |        | Gesamtmittel | Abweichung<br>von<br>Mittel |
|-----------------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------------|-----------------------------|
|                             | 20-23                       | 30-33  | 40-43  | 50-53  | 60-63  |              |                             |
| 0.0                         | 1.5173                      | 1.5184 | 1.5171 | 1.5177 | 1.5162 | 1.5178       | - 0.0084                    |
| 0.1                         | 5165                        | 5181   | 5172   | 5173   | 5131   | 1.5164       | - 0.0075                    |
| 0.2                         | 5125                        | 5140   | 5131   | 5138   | 5119   | 1.5131       | - 0.0042                    |
| 0.3                         | 5073                        | 5098   | 5087   | 5094   | 5067   | 5084         | + 0.0005                    |
| 0.4                         | 5025                        | 5067   | 5036   | 5041   | 5021   | 5038         | + 0.0051                    |
| 0.5                         | 4981                        | 5027   | 5033   | 5006   | 5005   | 5010         | + 0.0079                    |
| 0.6                         | 4985                        | 5026   | 5014   | 5014   | 4999   | 5008         | + 0.0081                    |
| 0.7                         | 5022                        | 5065   | 5047   | 5041   | 5026   | 5040         | + 0.0049                    |
| 0.8                         | 5084                        | 5096   | 5110   | 5105   | 5082   | 5096         | - 0.0007                    |
| 0.9                         | 5132                        | 5159   | 5151   | 5151   | 5143   | 5147         | - 0.0058                    |

Aus diesen Werthen, welche von dem Einflusse der fortschreitenden Fehler mit Hilfe einer von Müller gegebenen Formel nahezu befreit sind, wurden nun für jedes einzelne Intervall Correctionsformeln abgeleitet, von denen jedoch hier nur die für das Intervall 20° bis 23° gültige mitgetheilt werden soll. Es ist für dieses Intervall

$$q(a) = + 0.004574 \cos a + 0.001406 \sin a - 0.002753 \cos 2a - 0.000742 \sin 2a.$$

Die Anwendung dieser Formeln auf die beobachteten Werthe ergab sehr geringe wahrscheinliche Fehler; der grösste derselben übersteigt den Betrag von 0<sup>m</sup>001 nur um ein Geringes. Trotz dieser kleinen Fehler befriedigten Müller die gefundenen Correctionsformeln nicht, weil die Coefficienten der vom doppelten Winkel abhängigen Glieder gegenüber den anderen ein zu geringes Gewicht hatten.

Müller legte deshalb weiteren Untersuchungen ein anderes Messungsintervall zu Grunde. Er wählte hierzu die Distanz der festen Fäden I und II = 10<sup>m</sup>34; die früher von Prof. Förster angestellten Untersuchungen waren mit nahe derselben Entfernung (10<sup>m</sup>37) gemessen. Mit dieser Entfernung sind jedoch nur die Intervalle von 20° bis 23° und 40° bis 43° untersucht. Die Beobachtungen ergaben folgende Werthe (s. umsteh. Tab.):

Aus allen 7 Beobachtungsreihen wurde schliesslich folgende Correctionsformel abgeleitet:

$$q(a) = + 0.003984 \cos a + 0.001176 \sin a - 0.000264 \cos 2a - 0.000114 \sin 2a.$$

| Stellung<br>der<br>Schraube | Entfernung     |                | Gesamtmittel | Abweichung<br>vom<br>Mittel |
|-----------------------------|----------------|----------------|--------------|-----------------------------|
|                             | n n<br>20—23.0 | n n<br>40—43.0 |              |                             |
| n                           | n              | n              | n            | n                           |
| 0.0                         | 10.3482        | 10.3417        | 10.3450      | — 0.0035                    |
| 0.1                         | 3514           | 3461           | 3488         | — 0.0073                    |
| 0.2                         | 3512           | 3453           | 3483         | — 0.0068                    |
| 0.3                         | 3463           | 3431           | 3447         | — 0.0032                    |
| 0.4                         | 3423           | 3388           | 3406         | + 0.0009                    |
| 0.5                         | 3386           | 3353           | 3370         | + 0.0045                    |
| 0.6                         | 3353           | 3328           | 3340         | + 0.0075                    |
| 0.7                         | 3368           | 3347           | 3358         | + 0.0067                    |
| 0.8                         | 3413           | 3357           | 3385         | + 0.0030                    |
| 0.9                         | 3451           | 3395           | 3423         | — 0.0008                    |

Die Anwendung dieser Formel auf die Beobachtungen ergab den geringen wahrscheinlichen Fehler von  $\pm 0^{\circ}00048$ .

Sehr interessant ist die Vergleichung der Müller'schen Resultate mit den früher von Prof. Förster erhaltenen Werthen. Es hatte gefunden für das Intervall 20<sup>n</sup> bis 23<sup>n</sup>:

Förster:  $g(a) = -0.0045 \cos a + 0.0039 \sin a + 0.0005 \cos 2a - 0.0009 \sin 2a$ .

Müller: . . . + 0.0042  $\cos a + 0.0011 \sin a - 0.00010 \cos 2a - 0.00014 \sin 2a$ .

Die grossen Verschiedenheiten zwischen beiden Formeln erklärt Müller durchaus befriedigend aus den Veränderungen, welche der Apparat in der Zwischenzeit erfahren hat. In der ursprünglichen Einrichtung des Apparates war eine engere oder weitere Stellung der Schraubenmutter dadurch ermöglicht, dass die letztere keine geschlossene Hülse bildete, sondern einen durchgehenden Schlitz hatte, an welchem sie durch leichte Federung sich zu erweitern strebte. Durch eine Correctionsschraube wurde an dieser einen Stelle des Umfanges der federnden Erweiterung entgegengetreten oder nachgegeben und somit jede beliebige Weite innerhalb gewisser Grenzen eingestellt. Es wurden hierbei allmähliche bedeutende Uebelstände in der Schraubenbewegung bemerkt, deren Abhülfe man dadurch herbeiführte, dass die Schraubenmutter in zwei Hälften geschnitten wurde. Die Stellung dieser beiden Hälften zu einander, die Weite der Mutter wurde durch zwei an gegenüberliegenden Stellen des Umfanges wirkende Correctionsschrauben regulirt. Bei dieser Veränderung der Schrauben-Einrichtung wurde nun die Stellung des Trommel-Nullpunkts zur Schraubenspindel verändert<sup>1)</sup>. Die Grösse, um welche die Schraubentrommel damals verschoben wurde, ermittelt Müller genähert zu etwa 107°. Unter Annahme dieser Drehung wurden aus den älteren Formeln die zu den Angaben der einzelnen Zehtel gehörigen Correctionen berechnet und mit den neuen verglichen. Die Vergleichung ergab, dass die Fehler der Schraube früher grösser waren, während man doch das Gegentheil hätte erwarten sollen. Die Ursache dieser Abnahme der Amplitude vermuthete Müller in der geänderten Einrichtung der Schraubenmutter. Um allgemein zu entscheiden, ob und in wie weit eine Aenderung in der Stellbarkeit der Schraubenmutter zur Spindel Einfluss auf die periodischen Fehler ausüben könne,

<sup>1)</sup> Um der Wiederholung einer solchen Aenderung vorzubeugen, ist jetzt ein rechtwinklig gebogener Zeiger unveränderlich an dem Schraubenkopf befestigt, mit welchem stets derselbe Punkt der Schraubentrommel in Coincidenz erhalten werden kann.

stellte Müller eine Reihe von Messungen an, bei denen die Weite der Schraubenmutter mehrfach variiert wurde.

Erstens wurden beide Druckschrauben gleichmässig fest angezogen, so dass der Spielraum zwischen Schraube und Mutter sehr gering war. Die Entfernung der beiden beweglichen Fäden wurde durch alle Zehntel der beiden Windungen 40<sup>n</sup> bis 41<sup>n</sup> gemessen. Die Vergleichung der erhaltenen Werthe mit den früher bei 40<sup>n</sup> gemachten Messungen ergab das Resultat, dass eine merkliche Abnahme der Amplitude bei einer symmetrisch zur Axe hervorgebrachten Verengung des Spielraums zwischen Schraubenmutter und Schraubenspindel nicht zu erwarten stand.

Zweitens wurde die eine Druckschraube fest angezogen, während die andere gelockert wurde, so dass also die Schraubenmutter unsymmetrisch zur Axe stand. Die Distanz der beweglichen Fäden wurde durch alle Zehntel von 20<sup>n</sup> bis 21<sup>n</sup> gemessen und aus den Mittelwerthen eine neue Correctionsformel abgeleitet; dieselbe näherte sich der für den früheren Zustand des Apparates geltenden. Noch mehr war dies der Fall bei den Windungen 40<sup>n</sup> bis 41<sup>n</sup>; die Vergleichung mit den anderen Correctionen bietet hier folgendes Bild:

| Stellung<br>der<br>Schraube | Schraubenmutter zur Axe |               | Correction<br>nach<br>Prof. Förster |
|-----------------------------|-------------------------|---------------|-------------------------------------|
|                             | symmetrisch             | unsymmetrisch |                                     |
| n                           | n                       | n             | n                                   |
| 40 0                        | + 0.0032                | + 0.0056      | + 0.0100                            |
| 40.1                        | + 0.0034                | + 0.0059      | + 0.0088                            |
| 40.2                        | + 0.0023                | + 0.0040      | + 0.0043                            |
| 40.3                        | + 0.0004                | + 0.0006      | - 0.0019                            |
| 40.4                        | - 0.0018                | - 0.0031      | - 0.0074                            |
| ....                        | .....                   | .....         | .....                               |

Müller konnte hieraus den Schluss ziehen, dass die grössere Amplitude in der früheren Epoche ihren Grund in der einseitigen Stellbarkeit der Weite der Schraubenmutter gehabt hat.

Eine dritte Messungsreihe führte Müller aus, bei welcher beide Druckschrauben gleichmässig gelöst wurden, so dass die Schraube sehr locker ging. Es wurden alle Zehntel von 20<sup>n</sup> bis 23<sup>n</sup> gemessen. Hierbei ergab sich das merkwürdige Resultat, dass die Periode fast gänzlich verschwunden war; das gemessene Intervall wurde aber kleiner erhalten als bei den früheren Messungen. Es ergaben sich folgende Mittelwerthe:

| Stellung<br>der<br>Schraube | Gemessene<br>Entfernung |
|-----------------------------|-------------------------|
| n                           | n                       |
| 0.0                         | 10.3366                 |
| 0.1                         | 3370                    |
| 0.2                         | 3373                    |
| 0.3                         | 3377                    |
| 0.4                         | 3363                    |
| 0.5                         | 3363                    |
| 0.6                         | 3353                    |
| 0.7                         | 3350                    |
| 0.8                         | 3347                    |
| 0.9                         | 3380                    |

Müller verwahrt sich gegen den Schluss, den man hieraus ziehen könnte, dass man nur die Verbindung zwischen Schraubenmutter und Spindel genügend zu lösen

brauchte, um die periodischen Fehler auf ein Minimum herabzudrücken; der tote Gang würde ja dann so erheblich werden, wie sehr richtig betont wird, dass andere Störungen im Schraubengang auftreten. Dagegen zeigen die drei Versuchsreihen, dass man sich auf den Zustand einer Schraube nicht durch einen langen Zeitraum hindurch verlassen, dass vielmehr die Bestimmung der Fehler öfter zu wiederholen ist.

Für die Untersuchung der fortschreitenden Fehler gebrauchte Müller die Intervalle der Fäden III bis IV, II bis III und I bis III, deren Grösse bezw.  $5^{\circ}$ ,  $10^{\circ}$  und  $20^{\circ}$  beträgt. Der Einfluss der periodischen Fehler wurde durch die Anordnung der Beobachtungen beseitigt. Es wurden gemessen das Intervall III bis IV von den Anfangspunkten  $25^{\circ}$ ,  $30^{\circ}$ ,  $35^{\circ}$ ,  $40^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $50^{\circ}$  und  $55^{\circ}$  aus, ferner das zweite Intervall von  $20^{\circ}$ ,  $25^{\circ}$ ,  $30^{\circ}$ ,  $35^{\circ}$ ,  $40^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$  und  $50^{\circ}$  und endlich die Entfernung I bis III von  $20^{\circ}$ ,  $25^{\circ}$ ,  $30^{\circ}$ ,  $35^{\circ}$  und  $40^{\circ}$  aus. In folgender Tabelle sind die erhaltenen Correctionen und daneben die früher von Prof. Förster gegebenen zusammengestellt.

| Windung<br>der<br>Schraube | Correction nach |          |
|----------------------------|-----------------|----------|
|                            | Förster         | Müller   |
|                            | n               |          |
| 15                         | - 0.0230        |          |
| 20                         | + 0.0010        |          |
| 25                         | + 0.0080        | - 0.0005 |
| 30                         | + 0.0160        | + 0.0001 |
| 35                         | + 0.0210        | + 0.0008 |
| 40                         | + 0.0260        | + 0.0021 |
| 45                         | + 0.0290        | + 0.0014 |
| 50                         | + 0.0290        | + 0.0002 |
| 55                         | + 0.0280        | - 0.0008 |
| 60                         | + 0.0200        |          |
| 65                         | + 0.0120        |          |
| 70                         | + 0.0020        |          |

Müller hatte die Anfangs- und Endwindungen der Schraube deshalb einer weniger eingehenden Untersuchung unterzogen, weil dieselben bei den Beobachtungen selten gebraucht werden. Direct können die obigen Werthe nicht verglichen werden, weil beide Untersuchungen von verschiedenen Fundamentalpunkten ausgehen; indessen sieht man doch, dass die fortschreitenden Fehler in der früheren Epoche erheblich kleiner waren.

Prof. Förster hatte die Ursache der fortschreitenden Fehler zum grossen Theil in einer Ungleichheit der Durchmesser des Schraubencylinders gefunden; die Schraube erhält dadurch ungleichen Spielraum in der Mutter. „Ist dieser Spielraum überall gleich, so wird die Differenz der Coincidenzen bei Schraube oben und unten — deren Ursache die in verschiedenem Sinne wirkende Schwere ist — überall gleich sein; ändert sich aber dieser Spielraum, so werden auch die Differenzen andere werden und in Folge dessen muss auch eine und dieselbe Distanz, die man in entgegengesetzten Lagen zwischen denselben Windungen der Schraube misst, durch andere Werthe dargestellt werden.“

Prof. Förster hatte die Distanz von  $10^{\circ}3$  zwischen verschiedenen Windungen bei Schraube oben und unten gemessen. Eine Vergleichung der hierbei erhaltenen Correctionen mit denjenigen aus der Tafel für die fortschreitenden Fehler liess ersehen, dass ein grosser Theil der letzteren aus der Ungleichheit des Spielraums der

Schraube erklärt werden konnte. Müller hat ebenfalls an mehreren Stellen Coincidenzprüfungen in verschiedenen Lagen der Schraube angestellt; seine Resultate sind mit den von Prof. Förster erhaltenen Werthen in Folgendem zusammengestellt.

| Windung<br>der<br>Schraube | Coincidenz unten — oben |            |
|----------------------------|-------------------------|------------|
|                            | Prof. Förster           | Dr. Müller |
| 10                         | + 0.0778                | + 0.0108   |
| 13                         | + 0.0769                |            |
| 38                         | + 0.1171                | + 0.0123   |
| 60                         | + 0.0662                | + 0.0063   |

Durch die an dem Apparat seiner Zeit vorgenommene Aenderung war also der Spielraum fast um das Zehnfache verkleinert worden, und Müller kommt zu dem Schluss, dass hierdurch die bedeutende Verkleinerung der jetzigen, bei Schraube oben gefundenen fortschreitenden Fehler hervorgebracht worden ist.

Ich will hier noch vier Correctionsformeln hinzufügen, welche sich auf die Mikroskopschrauben V, VI, VII und VIII des grossen Berliner Meridiankreises beziehen und von Herrn Dr. Becker im Jahre 1877 bestimmt sind. Die Formeln haben die bekannte Bessel'sche Form; die Grösse der Coefficienten ist folgende:

| Mikroskop | $\alpha'$ | $\beta'$ | $\alpha''$ | $\beta''$ |
|-----------|-----------|----------|------------|-----------|
| V         | - 0.01    | - 0.11   | - 0.06     | 0.00      |
| VI        | + 0.05    | - 0.01   | + 0.06     | - 0.04    |
| VII       | 0.00      | 0.00     | + 0.03     | + 0.01    |
| VIII      | - 0.09    | + 0.03   | + 0.02     | + 0.02    |

Herr Dr. Becker, dessen Güte ich diese Mittheilung verdanke, bezeichnet indess diese Resultate nur als vorläufig und die Messung einer Wiederholung bedürftig.

Im Jahre 1878 sind endlich die Mikroskopschrauben des dem Königlich Preussischen Geodätischen Institut gehörigen Brunner'schen Basisapparates untersucht worden und hat sich hierbei sowohl in Bezug auf periodische als auch auf fortschreitende Fehler ein ganz vorzüglicher Zustand dieser Schrauben ergeben. Die Resultate der Messungen werden demnächst veröffentlicht werden.

Die vorstehend mitgetheilte Zusammenstellung von Schraubenuntersuchungen wird Anspruch auf absolute Vollständigkeit nicht erheben können. Die Ergebnisse der Untersuchungen von Mikrometerschrauben sind an so vielen und verschiedenen Stellen mitgetheilt, dass ich auf nachsichtige Beurtheilung rechnen darf, wenn ich die eine oder andere Untersuchung übersehen haben sollte. Indessen glaube ich doch, die wichtigsten und eingehendsten Untersuchungen vollzählig in den Kreis der Betrachtung gezogen zu haben.

#### Schlussbemerkungen.

Es wird schliesslich von Interesse sein, die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungen zu vergleichen und zu sehen, ob sich hieraus Schlüsse allgemeineren Inhalts ziehen lassen.

Betrachten wir zunächst die Ergebnisse derjenigen Untersuchungen, bei welchen die Schraube von 0\*1 zu 0\*1 untersucht worden sind und welche sich daher direct mit einander vergleichen lassen. — Eine übersichtliche Zusammenstellung der erhaltenen Correctionen findet sich in der folgenden Tabelle:

| Stellung<br>der<br>Schraube | Correctionen in Einheiten der 4 Decimale. |             |             |        |       |      |      |
|-----------------------------|-------------------------------------------|-------------|-------------|--------|-------|------|------|
|                             | Bessel 1855                               | Bessel 1857 | Bessel 1841 | Kaiser | Dunér | I.   | II.  |
| 0.0                         | + 280                                     | + 3         | - 31        | + 79   | + 9   | - 84 | - 35 |
| 0.1                         | + 255                                     | - 11        | - 8         | + 22   | + 3   | - 75 | - 73 |
| 0.2                         | + 139                                     | - 10        | + 7         | - 61   | - 29  | - 42 | - 68 |
| 0.3                         | - 15                                      | - 18        | + 32        | - 135  | - 44  | + 5  | - 32 |
| 0.4                         | - 157                                     | - 11        | + 49        | - 113  | - 40  | + 51 | + 9  |
| 0.5                         | - 255                                     | + 14        | + 40        | - 34   | - 29  | + 79 | + 45 |
| 0.6                         | - 293                                     | + 6         | + 14        | + 36   | + 4   | + 81 | + 75 |
| 0.7                         | - 183                                     | + 13        | - 16        | + 53   | + 25  | + 49 | + 67 |
| 0.8                         | + 20                                      | + 7         | - 38        | + 90   | + 58  | - 7  | + 30 |
| 0.9                         | + 208                                     | + 5         | - 46        | + 64   | + 41  | - 58 | - 8  |

Die Correctionen der ersten von Bessel untersuchten Schraube können wohl von der Betrachtung ausgeschlossen werden. Ich möchte mir nur die Bemerkung erlauben, dass die Grösse der in der Untersuchung zu Tage getretenen Fehler den verfertigenden Künstler (den jetzt noch hier lebenden Theodor Baumann) veranlasste, eine Vervollkommnung in der Erzeugung von Mikrometerschrauben zu suchen und zu finden, ein Beispiel für den segensreichen Einfluss des persönlichen Verkehrs zwischen Forschern und Mechanikern.

Berücksichtigt man bei den übrigen Schrauben die Kleinheit der Correctionen und nimmt man an, dass der Anfangspunkt der Schraube mit dem Nullpunkt der Trommel nicht zusammenfiel, so kann man behaupten, dass alle Schrauben dasselbe Verhalten zeigen. Besonders tritt dies zu Tage, wenn man die erhaltenen Correctionen graphisch aufträgt. Man erhält Curven, welche freilich in ihrer Lage um Bruchtheile von Windungen gegen einander versetzt erscheinen, die aber alle nahezu dieselbe Gestalt haben. Es ist dies der Fall, trotzdem die Schrauben von verschiedenen Künstlern herrühren, trotzdem sie nach verschiedenen Methoden verfertigt und corrigirt worden sind. Es liegt hiernach der Schluss nahe, dass die periodischen Fehler weniger aus Unvollkommenheiten in der Schraube selbst resultiren, als vielmehr Folgen fehlerhafter Lagerung der Schrauben sind. Diese Annahme wird noch bestätigt durch den Umstand, dass bei den Culminationspunkten der Curven plötzlich ein stärkeres Anwachsen bzw. Fallen der Correctionen stattfindet; es ist dies dadurch zu erklären, dass die Schrauben an diesen Stellen durch Unebenheiten in ihren Stützpunkten aus ihren gleichmässigen Bewegungen herausgerissen werden und erst allmählich wieder in dieselbe zurückkehren. Verursacht werden diese Störungen entweder durch Unvollkommenheiten, wie sie von Kaiser näher dargelegt sind, oder durch unrichtige Lagen der Schraube in der Mutter. Ersterer Fehler erscheint ausser bei Kaiser auch bei Dunér der vorwiegende gewesen zu sein, während in den übrigen Fällen der letztere Fehler maassgebend gewesen sein dürfte. Um diesem letzteren Uebelstande zu begegnen, giebt Reichel in No. 1 dieser Zeitschrift, S. 19. ein Verfahren an, durch welches ein inniger Anschluss der beiderseitigen Gänge erzielt wird. Reichel schreibt übrigens den Umstand, dass die periodischen Fehler der meisten Mikrometerschrauben nur ein Maximum und ein Minimum haben — auch bei denen von uns besprochenen



ist dies der Fall mit einziger Ausnahme der von C. A. F. Peters untersuchten Schrauben der Ablesungsmikroskope des Ertel'schen Verticalkreises der Sternwarte zu Pulkowa, welche zwei Perioden hatten — in der Hauptsache der Fehlerhaftigkeit der Schrauben selbst zu, welche letzteren die einfache Periode in der Regel auch dann zeigen, wenn ihre Fassung und Lagerung eine völlig fehlerlose ist. Allerdings habe mangelhafte Fassung oder Lagerung der Schrauben meist den nämlichen Effect und darum hervorragenden Antheil an der allgemeinen Gültigkeit der Regel.

Was die fortschreitenden Fehler anbetrifft, so bieten sich zur Vergleichung nur die von Bessel, Förster und Müller mitgetheilten Correctionen dar. Dieselben haben das Gemeinsame, dass die Fehler der ganzen Länge der Schraube nach periodisch verlaufen und dass das Maximum der Fehler in der Mitte der Schraube liegt. Förster erklärt einen grossen Theil der fortschreitenden Fehler aus Ungleichheiten in den Durchmessern des Schraubencylinders. Ein Theil der Fehler liegt vielleicht auch daran, dass bei fehlerfreiem Schraubencylinder der Anschluss zwischen Schraube und Mutter nicht innig genug ist.

## Studien über Waagemanometer.

Von

Dr. Paul Schreiber in Chemnitz.

### Vorwort.

In verschiedenen Abhandlungen<sup>1)</sup>, welche ohne Ausnahme in Carl's Repertorium für Experimentalphysik erschienen sind, habe ich mich mit der Verwendung des Waagebarometersystemes sowohl zu directen Bestimmungen des Luftdruckes, als auch zu Registrirungen derselben beschäftigt und bin im Laufe der Zeit auf ein Instrument gekommen, welches ich Waagemanometer nenne und von welchem das Waagebarometer als specieller Fall zu betrachten ist. Ich habe gezeigt, wie man alle Vorgänge in der Atmosphäre in Aenderungen des Druckes einer Flüssigkeit oder einer eingeschlossenen Luftmenge umsetzen kann. Diese können dann durch Waagemanometer gemessen und registrirt werden und wird es so möglich, alle Elemente der atmosphärischen Vorgänge auf einheitliche Weise zu registriren.

Meine Vorschläge werden wohl auf viele Schwierigkeiten stossen, ich hoffe aber dieselben überwinden zu können, zumal mir die königl. preussische Akademie der Wissenschaften einen namhaften Geldbetrag als Beihilfe zu den nöthigen Vorstudien auf die liberalste Weise bewilligt hat, wofür ich dieser hochgeehrten gelehrten Körperschaft zum grössten Dank verpflichtet bin.

In der vorliegenden Abhandlung habe ich zunächst kurz die Theorie der Instrumente gegeben und mich dabei auf die Ableitung der wichtigsten Formeln beschränkt.

<sup>1)</sup> Untersuchungen über die Theorie und Praxis des Waagebarometers. VIII 245 (Inaugural-Dissertation). — Ueber ein zweckmässiges Verfahren zur Reduction der Waagebarometerregistrirungen IX 129. — Theorie eines neuen Thermometers, welcher aus der Vereinigung des Luftthermometers mit dem Waagebarometer entsteht etc. XI 1. — Der Barothermograph, ein Registrirapparat für den Druck und die Temperatur der Atmosphäre XIV 471. — Theorie eines neuen Waagebarometers etc. XIV 649. — Die Waagemanometer und deren Verwendbarkeit zur Construction eines meteorologischen Universalregistrirapparates etc. XV 209.

Dann folgt eine kurze Beschreibung der schon vorhandenen Anwendungen des Principes, die sich bis jetzt auf den an der Seewarte in Hamburg schon seit mehreren Jahren zur Zufriedenheit functionirenden Barothermographen beschränken.

Im dritten Abschnitt gebe ich die Darstellung einiger Experimentaluntersuchungen mit einem Versuchsinstrument und gründe ich darauf einige Vorschläge zur Neuconstruction sowohl von Manometern als Barometern für directe Druckmessungen als auch zur Construction eines jedenfalls ebenso einfachen als billigen und genauen registrirenden Manometers resp. Barometers.

Ich gestatte mir die Aufmerksamkeit der Fachmänner auf diese Vorschläge besonders zu lenken.

### I. Das Grundprincip.

In Fig. 1 stellt  $G$  eine bewegliche Röhre dar, welche wir kurz die „Glocke“ nennen werden. Die Glocke taucht mit dem unteren offenen Ende in Quecksilber, welches sich im Trog  $M$  befindet. Von

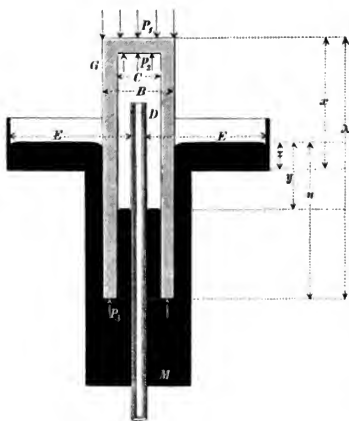


Fig. 1.

unten ragt in den Hohlraum der Glocke eine Röhre  $D$ , durch welche der Luftraum irgend eines Gefässes mit derjenigen der Glocke verbunden ist. Jede Differenz des Druckes der Luft in dem geschlossenen Raum mit dem Druck der äusseren Luft wird eine verschiedene hohe Stellung der Kuppen des Quecksilbers in der Glocke und ausserhalb derselben bewirken. Bei Ueberdruck muss das Quecksilber innen tiefer stehen und wird die Höhendifferenz  $y$  ohne Weiteres das Maass des Ueberdruckes geben, also die Ablesung darstellen, die man an einem gewöhnlichen Quecksilbermanometer erhalten haben würde.

Wir wollen uns nun vorstellen, die Glocke hänge an irgend einer Vorrichtung, etwa an dem einen Arm einer gewöhnlichen Waage, und es sei unsere Aufgabe, das Gewicht derselben zu bestimmen.

Wie wir aus der Zeichnung ersehen, haben wir es mit folgenden Kräften zu thun.

Zuerst zieht nach unten die Schwerkraft, und wird deren Einwirkung durch das Gewicht  $G$  ausgedrückt. Eine ebenfalls nach unten wirkende Kraft ist der Druck der Luft auf die obere Fläche der Glocke, welchen wir mit  $P_1$  bezeichnen wollen. In die Höhe zu heben suchen die Glocke zwei Kräfte  $P_2$  und  $P_3$ .  $P_2$  ist der Druck, welchen die eingeschlossene Luft auf die obere Fläche ausübt und  $P_3$  derjenige, der an der tiefsten Stelle der Glocke auf die Ringfläche derselben statt-

findet. Der Zug, welchen die Glocke demnach an den Waagebalken ausübt  $P$ , wird demnach durch folgende Gleichung gegeben sein.

$$(1) \quad P = G + P_1 - P_2 - P_3.$$

Die Grösse der einzelnen Drucke lässt sich nun sehr leicht angeben.

Der Druck  $P_1$  wirkt auf eine Fläche, deren Durchmesser gleich dem äusseren der Glocke ist, es sei die Grösse dieser Fläche in Quadracentimetern ausgedrückt  $B$ . Bezeichnen wir den in Centimetern ausgedrückten Barometerstand mit  $b$  und mit  $s$  das Gewicht von 1cc Quecksilber in Grammen, so ist der Druck, welchen die Luft auf 1 qcm ausübt, einfach gleich  $b s$  und folglich

$$(2) \quad P_1 = B b s.$$

Wenn in dem Apparat ein Ueberdruck  $y$  herrscht, so wird der Druck der eingeschlossenen Luft auf 1 qcm die Grösse  $(b + y)s$  haben und demnach der Druck auf die innere Fläche der Schlussplatte, deren Grösse  $C$  qcm sei,

$$(3) \quad P_2 = C (b + y) s$$

betragen.

Sei weiter die Tiefe der in das Quecksilber eingetauchten Theiles der Glocke  $u$  cm, so ist der Druck auf 1 qcm der End-Fläche  $(b + u)s$  und folglich

$$(4) \quad P_3 = (B - C) (b + u) s.$$

Mithin erhalten wir

$$P = G + B s b - C s (b + y) - (B - C) s (b + u)$$

oder nach einer einfachen Umrechnung

$$(1) \quad P = G - C s y - (B - C) s u.$$

Die Gleichung (1) nenne ich die erste Hauptgleichung, sie stellt die Bedingung dar, unter welcher das Gleichgewicht stattfindet.

Man erkennt daraus, dass der Durchmesser der Zuleitungsröhre gar keinen Einfluss hat, das Gewicht der Glocke wird genau so gross sein, wenn diese Röhre ganz fehlt, als wenn sie so weit ist, dass nur eine unendlich dünne Schicht Quecksilber sich zwischen ihr und der Glocke befindet.

$C s y$  stellt weiter nichts als die Differenz zwischen dem inneren und dem äusseren Druck auf die Fläche  $C$  dar und  $(B - C) s u$  ist der Auftrieb des eingetauchten Rohrstückes. Die Menge des Quecksilbers in dem ringförmigen Raum der Glocke hat gar keinen Einfluss, es bildet nur eine reibungslose Dichtung der Glocke mit der Zuleitungsröhre und wird man sich die Glocke als einen Cylinder, die Röhre als Kolben denken können, deren Dichtung eben das Quecksilber ist. Die Wirkung der Druckänderungen ist genau so wie bei einem derartigen Cylinder, wenn man nicht diesen, sondern den Kolben befestigt und dafür den Cylinder beweglich macht.

Das Quecksilber hat nur in sofern Einfluss, als bei Aenderungen des inneren oder auch des äusseren Druckes, also kurz des Manometerstandes  $y$ , eine Aenderung des Auftriebes auch dann stattfindet, wenn die Glocke selbst festgehalten werden sollte, da ja bei Abnahme von  $y$  das Quecksilber in der Glocke steigen und demnach aussen fallen muss, wodurch eine Verkleinerung von  $u$  bedingt ist. Wir werden diesen Einfluss da in Rechnung ziehen können, wenn wir eine zweite Hauptgleichung aufstellen, welche das Volumen ( $V$ ) des im Apparat vorhandenen Quecksilbers ausdrückt.

Wir bezeichnen mit  $M$  das Volumen des unteren engeren Theils des Troges, mit  $E$  den Querschnitt des oberen weiteren Trogtheiles (exclusive den Querschnitt der Zuleitungsrohre, also ringförmig) und mit  $D$  die Fläche des Zuleitungsrohres.

Ist weiter  $z$  die Höhe des Quecksilbers im Trog, so wird

$$(II) \quad V = M + Ez - (C - D)y - (B - C)u.$$

Zu diesen beiden Hauptgleichungen können wir noch eine dritte nehmen für den Fall, dass die Glocke beweglich sein sollte.

Wir bezeichnen mit  $x$  den Abstand der oberen Fläche der Glocke von dem Boden des weiten Theiles des Troges und mit  $\lambda$  die Länge der Glocke. Dann ist

$$(III) \quad \lambda = x - z + u.$$

Jetzt können wir das System der Hauptgleichungen zusammenstellen und erhalten

$$\left. \begin{aligned} 0 &= -P + G - Cz y - (B - C) s u \\ 0 &= -V + M - (C - D)y - (B - C)u + Ez \\ 0 &= -\lambda + u + x - z \end{aligned} \right\} \text{Hauptgleichungen.}$$

Es enthalten die Hauptgleichungen fünf Variable  $P$ ,  $y$ ,  $u$ ,  $z$  und  $x$ , zu deren Bestimmung nur drei Gleichungen da sind. Demnach wird es nur möglich sein, stets je zwei derselben zu eliminiren, so dass immer eine Gleichung zwischen 3 Variablen bestehen bleibt. So wird man nach Elimination von  $z$  und  $u$  eine Gleichung zwischen  $P$ ,  $y$  und  $x$  erhalten. Nimmt man dann die Stellung der Glocke als gegeben an, so wird  $x$  bekannt sein und man wird  $P$  aus  $y$  oder auch umgekehrt aus dem Gewicht der Glocke, das ja durch die Waage messbar ist, den relativen Manometerstand berechnen können.

Von grossem Interesse ist es nun, die Aenderungen noch finden zu können, welche die Stellungen im Instrument erleiden, wenn eine oder mehrere der Variablen willkürlich geändert werden. Wir erhalten die hierzu nöthigen Gleichungen durch Differentiation der Hauptgleichungen und finden:

$$\left. \begin{aligned} 0 &= -\sigma dP - C dy - (B - C) du \\ 0 &= - (C - D) dy - (B - C) du + Edz \\ 0 &= du + dx - dz \end{aligned} \right\} \text{Bewegungsgleichungen,}$$

als die Differentialgleichungen der Bewegung, wenn wir mit  $\sigma$  das spezifische Volumen des Quecksilbers bezeichnen.

Wir können diese Gleichungen auch weiter umformen in

$$\left. \begin{aligned} du &= -dx + dz \\ 0 &= +\sigma dP + C dy - (B - C) dx + (B - C) dz \\ 0 &= - (C - D) dy + (B - C) dx + (E - B + C) dz \end{aligned} \right\} \text{Bewegungsgleichungen.}$$

Wir wollen nun noch eine Abkürzung einführen, indem wir

$$Q = B - C$$

setzen, demnach mit  $Q$  den ringförmigen Querschnitt der Glocke bezeichnen.

Dann werden unsere Bewegungsgleichungen endlich

$$\left. \begin{aligned} du &= -dx + dz \\ 0 &= \sigma dP + C dy - Q dx + Q dz \\ 0 &= (C - D) dy - Q dx - (E - Q) dz \end{aligned} \right\}.$$

Durch Elimination von  $dz$  erhielt man aus den letzten beiden der Bewegungsgleichungen weiter

$$0 = (1 - n) \sigma dP + (C - nD) dy - Q dx,$$

wenn mit  $n$  das Verhältniss des ringförmigen Querschnittes der Glocke  $Q$  zu dem Querschnitt des weiten Theiles des Troges  $E$  bezeichnet, also

$$n = \frac{Q}{E}$$

gesetzt wird.

Man kann nun sehr leicht die Anordnung so treffen, dass  $Q$  sehr klein gegen  $E$  wird; demnach wird  $n$  stets ein kleiner Bruch sein und wird man bei Ueberschlagsrechnungen

$$n = 0$$

setzen können. Daraus folgt dann weiter

$$(A) \quad 0 = \sigma dP + C dy - Q dx$$

und man erhält endlich

$$\left. \begin{array}{l} (B) \quad \frac{dx}{dy} = + \frac{C}{Q} \quad \text{für } dP = 0 \\ (C) \quad \frac{dP}{dy} = - Cs \quad \text{für } dx = 0 \\ (D) \quad \frac{dP}{dx} = + Qs \quad \text{für } dy = 0 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{wenn} \\ \frac{Q}{E} = \text{unendlich klein} \\ \text{gesetzt werden kann.} \end{array}$$

Wir wollen den leicht realisirbaren Fall, dass man eine Glocke mit kleiner Wandstärke dagegen aber einen oben sehr weiten Trog anwendet, hier stets im Auge haben. Man kann dann die Schicht im weiten Theil des Troges sehr dünn, also  $z$  sehr klein machen, weil je grösser  $E$  um so kleiner die Aenderungen in  $z$  sind. Für  $dP = 0$  muss ja so wie so  $dz = 0$  sein und es ist weiter für kleine Werthe von  $D$

$$dz = - \frac{1}{Es} dP.$$

Unter diesen Voraussetzungen fällt uns zunächst das Resultat auf, dass alle Bewegungen, sowie Gewichtsänderungen bloss von der lichten Weite der Glocke und deren Wandstärke, dagegen nicht von der Dicke des Zuleitungsrohres und der Trogweite abhängig sind.

Die Gleichung (A) wird uns gestatten, eines der drei Differentialien  $dP$ ,  $dy$  und  $dx$  aus den beiden anderen zu berechnen. Hätte man vielleicht die Glocke an einem Waagebalken zunächst ins Gleichgewicht gebracht und es tritt eine Aenderung in der Spannung der Luft im Apparat ein, oder auch es ändert sich der Barometerstand, so haben wir einen Werth  $dy$ . So lange die Gegengewichte auf der Waage liegen bleiben und diese selbst nahe im indifferenten Gleichgewicht ist, ist dann  $dP = 0$  und es wird eine Bewegung der Axe eintreten. Aendert man jetzt die Gewichte, aber so, dass noch eine kleine Verschiebung übrig bleibt, die durch den Ausschlag des Waagebalken bestimmt werden kann, so hat man demnach  $dP$  und  $dx$  gegeben und wird den Werth von  $dy$  nach der Gleichung (A) finden zu

$$dy = - \frac{1}{Cs} dP + \frac{Q}{C} dx.$$

Die Differentialquotienten der Gleichungen  $B$ ,  $C$ , und  $D$  haben für uns ein besonderes Interesse, da sie drei wichtige Constanten des Instrumentes darstellen. Es ist nämlich  $\frac{dx}{dy}$  für  $dP = 0$  die Bewegung, welche die Glocke ausführt, wenn ihr Gegengewicht unverändert gelassen wird, durch die Aenderung des relativen Manometerstandes um 1 cm.

Dagegen giebt  $\frac{dP}{dy}$  die Aenderung des Gewichtes der Glocke ebenfalls durch eine Aenderung des relativen Manometerstandes um 1 cm in Grammen, wenn dieselbe in unveränderter Stellung erhalten wird. Das negative Vorzeichen bedeutet, dass bei relativer Vermehrung des inneren Druckes die Glocke leichter wird.

Endlich stellt  $\frac{dP}{dx}$  die Aenderung in der Belastung der Glocke durch Gewichte dar, welche bei constanter Differenz zwischen dem inneren und äusseren Druck die Glocke um 1 cm bewegen soll. Eine Belastung der Glocke ist natürlich gleichbedeutend mit einer entsprechenden Verminderung des Gegengewichtes  $P$  und erzeugt daher auch ein Sinken, also ein negatives  $dx$ . Ob das Auflegen eines Gewichtes die durch die Formel (D) gegebene Bewegung hervorbringen kann, hängt natürlich ganz von dem Verhältniss der Grösse des Luftraumes in dem ganzen Apparat zu dessen Aenderung, welche ein Einsinken oder Steigen der Glocke bewirkt, ab und wird stets kleiner sein, wenn nicht die Veränderung des Luftraumes als verschwindend klein gegenüber dem ganzen Raum angesehen werden kann, da ja sonst  $dy$  nicht gleich Null sein kann.

Die beiden Differentialquotienten  $\frac{dx}{dy}$  und  $\frac{dP}{dy}$  haben besondere Wichtigkeit und können mit besonderen Namen belegt werden nämlich:

$$\left. \begin{aligned} \text{B. G.} &= \frac{dx}{dy} = \frac{C}{Q} \text{ für } dP = 0 = \text{Bewegungsgrösse} \\ \text{B. K.} &= \frac{dP}{dy} = -Cs \text{ für } dx = 0 = \text{bewegende Kraft} \end{aligned} \right\} \text{ für } dy = 1 \text{ cm.}$$

So lange demnach der Trog recht weit gewählt wird, sind die Verhältnisse leicht zu übersehen. Die Grösse der Bewegung, welche die Glocke bei einer bestimmten Aenderung des relativen Manometerstandes, ausführt, wenn ihr keinerlei Hindernisse entgegengestellt werden, sodass ihr Zug an der Aufhängevorrichtung constant bleibt, hängt ab von dem Verhältniss des lichten Durchmessers zur Wandstärke. Je kleiner letztere, um so bedeutendere Bewegungen wird die Glocke ausführen, um so empfindlicher wird das Manometer sein.

Die bewegende Kraft dagegen, das ist die Zunahme des Zuges, welchen die Glocke ausübt, wenn ihre Stellung constant gehalten wird, ist dagegen einzig und allein von ihrer lichten Weite bedingt. Es stellt einfach  $Cs$  das Gewicht einer Quecksilbersäule von 1 cm Höhe und  $C$  qcm. Querschnitt dar. Dass diese bewegende Kraft ganz enorm werden kann, ist leicht einzusehen und wird man hieraus am besten ermassen, welche Reibungswiderstände derartige Apparate zu überwinden vermögen.

Natürlich wird jeder zu überwindende Widerstand die Bewegungsgrösse vermindern, man wird aber im Stande sein, diese Grösse in Rechnung zu ziehen und eventuelle Correctionen anzubringen.

## Ueber ein neues Spectroskop mit gerader Durchsicht.

Von  
Professor Dr. K. W. Zenger in Prag.

Die Spectroskope namentlich für astronomische Untersuchungen erfordern nicht nur eine starke Dispersion, sondern auch eine bedeutende Lichtstärke. Dazu ist aber eine grössere Anzahl von Prismen erforderlich, welche wieder einen bedeutenden Lichtverlust durch Reflexion und Absorption des Lichtes bedingt.

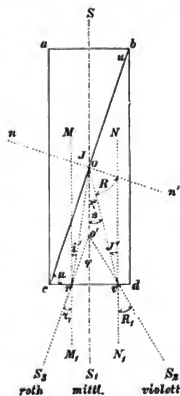
Die grosse Bequemlichkeit der Spectroskope *à vision directe* nach Amici's und Janssen's Construction bei ihrer Anwendung auf astronomische Aufgaben veranlassten mich den Versuch zu machen, durch weniger Prismen denselben Zweck vollkommener zu erreichen.

Die besten Spectroskope von Browning in London, Hoffmann in Paris und Steinheil in München zur Beobachtung von Sternspectren und Sonnenprotuberanzen zeigen als wesentlichste Mängel Lichtschwäche in dem rothen und violetten Theile des Spectrums in Folge der Absorption durch die angewandten Glassorten, so dass es schwer hält, die Linie *A* und *H<sub>2</sub>* gut zu sehen; ausserdem bringt die Vermehrung der Prismen auf fünf, wie in Janssen's Construction, und die asymmetrische Combination von Prismen ungleicher brechender Winkel eine namhafte Prismenaberration hervor, wodurch die Linien etwas Nebelhaftes und Unscharfes erhalten, das dem deutlichen Sehen ebenso hinderlich ist, als die sphärische Aberration von Linsen.

Man hat diese Aberration durch Zurückwerfung des Lichtes nach dem Durchgang durch eine gewisse Zahl von Prismen, wie z. B. bei Browning's automatischem Spectroskop zu verbessern gesucht, dabei wird aber der Lichtverlust enorm vergrössert.

Nur die vollkommenste Symmetrie im Gange der Lichtstrahlen vermag die prismatische Aberration zu beheben; diese so wie das Streben nach möglichster Lichtstärke führten mich zu der folgenden ebenso einfachen als vortheilhaften Construction eines Spectroskopes *à vision directe*, aus bloss zwei Prismen bestehend und wegen seiner Form von mir Dispersions-Parallelepiped genannt.

Denken wir uns zwei ganz gleichgestaltete rechtwinklige Prismen, von grossem brechenden Winkel, so vereinigt, dass die brechenden Winkel eine entgegengesetzte Lage haben und in optischem Contacte sich befinden. Man kittet sie also an ihrer Hypotenusenfläche mit Canadabalsam zusammen. Ferner seien die brechenden Mittel beider Prismen so gewählt, dass die Brechungsexponenten für die *D*-Linie gleich gross, für die äussersten rothen und violetten Strahlen aber möglichst verschieden seien, dann wird der durch das erste Prisma auf die Fläche *ab* senkrecht einfallende und ungebrochen hindurchgehende Strahl auf die Hypotenusenfläche *bc* unter einem Incidenzwinkel  $i$ , welcher dem brechenden Winkel  $u$  des Prisma gleich ist, auffallen und in Farben zerstreut werden, so dass für *D* keine



Brechung, für  $A$  und  $H$  aber nach Maassgabe der Brechungsexponenten für rothes und violettes Licht eine Ablenkung von der Richtung  $SS_1$  des mittleren Strahles erfolgen wird. Nehmen wir nun an, dass das zweite Mittel die rothen Strahlen schwächer, hingegen die violetten stärker bricht als das erste Mittel, so wird der Gang der Strahlen für rothe und violette entgegengesetzt, die ersteren treten bei  $r$  aus dem Prisma und gehen nach  $S_3$ , die letzteren bei  $v$  und gehen nach  $S_2$ , und die Gesamtzerstreuung der äussersten rothen und violetten Strahlen wird durch den Winkel bei  $o'$  gemessen

$$\varphi = r_1 + R_1.$$

Dies setzt nun voraus, dass der Brechungsindex

$$\text{für rothe Strahlen } m_r > n_r$$

$$\text{für mittlere Strahlen } m_d = n_d$$

$$\text{für violette Strahlen } m_v < n_v$$

sei.

Durch diese Einrichtung wird daher ermöglicht

1. die prismatische Aberration in den symmetrisch gestellten Prismen auf ein Minimum zu reduciren;
2. die möglichste Lichtstärke zu erzielen, da das Parallelepiped in der Länge kleiner ausfällt als fünf Janssenprismen und dennoch mehr zerstreut; der Verlust durch Absorption ist nahezu 30% geringer;
3. der Verlust durch Reflexion ist ebenfalls ein Minimum, da die mittleren Strahlen in senkrechter Richtung ein- und austreten, an der Hypothenusenfläche aber kein Lichtverlust durch Reflexion eintreten kann;
4. können Einfallswinkel bis nahe zu 90° angewendet und es kann eine enorme Zerstreuung erlangt werden, die für ein einzelnes Parallelepiped namentlich bei Anwendung von Flüssigkeitsprismen auf 28° steigen kann.

Ein nur 60° Winkel besitzendes derartiges Spectroskop, aus Quarz und einer Flüssigkeit zusammengesetzt, die wasserhell und sehr stark lichtzerstreuend ist, und zugleich die äussersten rothen und violetten Strahlen nicht absorbiert, zeigt 7,5° Ablenkung, während ein Janssen-Spectroskop zu fünf Prismen bloss 6,5° und ein Schwefelkohlenstoffprisma von 60° eine Ablenkung von 8,5° giebt, dabei aber roth und violett sehr stark afficirt.

Unterwirft man nun den Gang der Strahlen  $o v S_2$  der Rechnung, so ergiebt sich:

$$J = u; \quad \frac{\sin J}{\sin R} = \frac{m_v}{n_v} \dots \text{erste Brechung,}$$

für die zweite Brechung wird erhalten:

$$J' = u - R; \quad \frac{\sin J'}{\sin R'} = \frac{1}{n_v},$$

und endlich ist der Winkel der Richtungen der rothen und violetten Strahlen:

$$\varphi = R_1 - r_1,$$

wo  $r_1$  der letzte Brechungswinkel für die äussersten rothen Strahlen bedeutet, welcher aber negativ wird, wenn der Brechungsindex für rothe Strahlen  $m_r$  grösser ist bei dem ersten Mittel und Prisma, als  $n_r$  bei dem zweiten; es ist dann:

$$\varphi = R_1 + r_1.$$



Ein Beispiel wird am besten den Gang der Rechnung zeigen:

|                                                                                                                                  |                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Quarz ( $\omega$ ):<br>$A = 1.5390$<br>$D = 1.5442$<br>$H = 1.5582$ <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> Dispersion: 0.0192 | Flüssigkeit:<br>$A_1 = 1.5290$<br>$D_1 = 1.5439$<br>$H_1 = 1.5912$ <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> 0.0622 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

sonach ist  $m_r > n_r$  und  $m_v < n_v$ , während  $m_d = n_d$  (bis auf eine Kleinigkeit) ist. Die Dispersion ist sonach für die Flüssigkeit gegen Quarz 3,25 fach.

Die Rechnung ist nun folgende:

a) Für rothe Strahlen ( $u = 60^\circ$ ).

|                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Erste Brechung:<br>$\log 1.5390 = 0.18724$<br>$\log 1.5290 = 0.18441$ <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> 0.00283<br>$\log \sin 60^\circ = 9.93753$<br>$\log \sin r = 9.94036$<br>$r = 60^\circ 39'$<br>$u - r = - 0^\circ 39'$ | Zweite Brechung:<br>$\log 1.5290 = 0.18441$<br>$\log \sin 0^\circ 39' = 8.02002_n$ <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> $\log \sin r' = 8.20443_n$ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

b) Für violette Strahlen.

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Erste Brechung:<br>$\log 1.5582 = 0.19260$<br>$\log 1.5912 = 0.20170$ <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> 9.99090<br>$\log \sin 60^\circ = 9.93753$<br>$\log \sin R = 9.92843$<br>$R = 58^\circ 0'$<br>$u - R = + 2^\circ 0'$ | Zweite Brechung:<br>$\log \sin 2^\circ 0' = 8.54282$<br>$\log 1.5912 = 0.20170$ <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> $\log \sin R' = 8.74452$<br>$R' = + 3^\circ 11'$<br>$\varphi = 3^\circ 11' - (-0^\circ 55')$<br>d. h. $\varphi = 4^\circ 6'$ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Ebenso findet man mit anderen brechenden Winkeln:

|                |                          |
|----------------|--------------------------|
| $u = 60^\circ$ | $\varphi = 4^\circ 6.0'$ |
| 65             | 5 7.4                    |
| 70             | 6 24.8                   |
| 75             | 8 31.3                   |
| 80             | 12 12.6                  |
| 83             | 16 33.8.                 |

Für Quarz und eine andere Flüssigkeit deren Brechungsexponenten sind:

|                                                                                                  |         |                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $A' = 1.5160$<br>$D' = 1.5307$<br>$H' = 1.5762$ <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> 0.0602 | und     | $A' = 1.5205$<br>$D' = 1.5278$<br>$H' = 1.6123$ <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> 0.0918 |
| $u = 60^\circ$                                                                                   |         | $\varphi = 7^\circ 20.0'$                                                                        |
| 65                                                                                               | 6 0.0   | 8 55.6                                                                                           |
| 70                                                                                               | 7 41.0  | 11 12.0                                                                                          |
| 75                                                                                               | 10 28.5 | 14 37.8                                                                                          |
| 80                                                                                               | 19 54.5 | 21 28.0.                                                                                         |

Endlich für zwei Glassorten:

|                                         |                         |
|-----------------------------------------|-------------------------|
| Guinand'sches Crownglas<br>mit Borsäure | Merz'sches<br>Flintglas |
| $B = 1.6184$                            | $B' = 1.6020$           |
| $D = 1.6221$                            | $D' = 1.6038$           |
| $H = 1.6387$                            | $H' = 1.6404$           |
| $\frac{\quad}{0.0203}$                  | $\frac{\quad}{0.0384};$ |

mit der relativen Zerstreuung: 1 : 1.9 und einen Winkel von  $80^\circ$  der beiden Prismen wird die Ablenkung  $\varphi = 7^\circ 20.0'$ .

Die Versuche mit einem Crownglasprisma von  $60^\circ$  combinirt mit obigen Flüssigkeiten ergab glänzende Resultate. Die Linien im Spectrum der Sonne erschienen von einer Schärfe und so frei von Verzerrung, dass man ohne Linse und Teleskop bloss mit freiem Auge die  $D$ -Linien deutlich getrennt erblickte und über  $A$  und  $H$ , hinaus sehen konnte bei voller Schärfe. Bei Sonnenaufgang ist  $D$  bis fünf-fach gesehen worden, ebenso die Linien hinter  $A$  im rothen Theile und breite Absorptionsbanden im äussersten violetten Theile. Die Spectra der Lithiumflamme zeigen mit höchster Deutlichkeit alle vier Lithiumlinien, die Natriumlinien scharf getrennt und die rothen Kalium- und Rubidiumlinien gleichfalls sehr deutlich.

Es dürfte einleuchten, welchen grossen Einfluss auf das Sehen die Correctheit und enorme Lichtstärke des Dispersionsparallelepeds üben muss, und dass dieses neue Spectroskop der Astrophysik und photographischen Aufnahme der Spectra wesentliche Dienste zu leisten geeignet ist. Es wäre zu wünschen, dass Fabriken optischen Glases diesem Gegenstande ihre Aufmerksamkeit schenken möchten, um Glassorten zu erzeugen, die den entwickelten Bedingungen möglichst entsprechen.

Anhang. Aus Obigem geht hervor, dass bei grossen Winkeln von  $75^\circ$  bis  $84^\circ$  die rothen oder violetten Strahlen durch Totalreflexion entfernt werden können, und dass dann ein Parallelepiped wie ein rothes oder violettes Glas sich verhält, so dass die Sonnenprotuberanzen in ihrem eigenthümlichen Lichte durch totale Reflexion sehr scharf und deutlich gesehen werden können. Ebenso kann ein Quarzprisma so hergerichtet werden, dass es zwei über einander liegende Spectra giebt von grosser Ausdehnung und Schärfe, und durch Mikrometervorrichtung können die Distanzen derselben Linien z. B. der  $D$ -Linien gemessen und ihre Verschiebung sehr genau beobachtet werden.

Ein solches Dispersionsparallelepiped nenne ich ein Differentialspectroskop weil dasselbe die geringste Verschiebung der Linien anzeigt.

## Kleinere Mittheilungen.

### Ein neues Metallbarometer.

Die beistehende Zeichnung stellt einen Schnitt durch den Mechanismus eines seit Kurzem in mehreren Staaten patentirten von I. D. Möller in Wedel, Holstein construirten Metallbarometers dar. Der luftleere Körper  $A$  besteht aus mehreren mit einander verbundenen luftleeren Büchsen, deren Böden flexibel sind und welche an den Verbindungsstellen miteinander communiciren. Eine besondere dem Druck der Luft entgegenwirkende Feder fehlt an dem Instrument, eine Eigenschaft, die es mit dem seinerzeit von Goldschmidt eingeführten

federlosen Aneroid theilt, von dessen Büchse sich jedoch die hier angewendete der Form nach wesentlich unterscheidet.

Am luftleeren Körper ist eine Schraubenmutter *C* befestigt, sie dient dazu, die den Zeiger *E* tragende Schraube *B*, welche sich gegen das am Glasdeckel *G* befestigte Lager *F* stemmt, bei Luftdruckschwankungen, welche die obere Membran des luftleeren Körpers mit der Mutter heben oder senken, in eine drehende Bewegung zu versetzen. Die am Zifferblatt *D* und der Schraube *B* befestigte Spiralfeder *H* drückt die obere Axe der Schraube gegen das Lager



und hebt gleichzeitig den toten Gang der Schraube in der Mutter auf. Die Einstellung des Zeigers auf den richtigen Stand erfolgt entweder — wie bei der in der Zeichnung dargestellten Construction — durch Heben oder Senken des Glasdeckels, oder, was noch einfacher ist, vermittelt Drehung des luftleeren Körpers. Um die Feder entbehrlich zu machen, sind die einzelnen Böden des luftleeren Körpers zwischen harten Stahlstempeln unter starkem Drucke möglichst tief wellenförmig geprägt; sie stellen dem Drucke der äusseren Luft, ohne dass ihre Flexibilität darunter leidet, einen grossen Widerstand entgegen und sind befähigt die Rolle einer das Gleichgewicht haltenden Feder mit zu übernehmen. Das neue Barometer hat also eigentlich nur zwei äusserst vollkommen und sicher darstellbare Constructionselemente, den luftleeren Körper, dessen oberer Boden sich bei jeder Luftdruckänderung auf und ab bewegt, und die steile aus glashartem Stahle gefertigte Schraube, welche die Bewegungen des luftleeren Körpers unmittelbar stark vergrössert auf den Zeiger überträgt; der complicirte Mechanismus der gewöhnlichen Aneroide fällt ganz fort. Das neue Instrument hat keinen toten Gang, es ist empfindlicher als das gewöhnliche Aneroid mit einer Büchse, weil sein luftleerer Körper aus mehreren Einzelbüchsen besteht, und soll fast völlig unempfindlich gegen Temperaturdifferenzen sein. Da alle Instrumente, wie der Verfertiger angiebt, ganz gleichartig wirkend ausfallen, ist es unnöthig, die individuelle Beschaffenheit eines jeden zu untersuchen, den Ausschlag des Zeigers zu corrigiren oder Scalen von verschiedener Ausdehnung zu verwenden. Das neue Barometer ist in sehr kleinen Dimensionen, selbst bis zu Medaillongrösse, sicher darzustellen. Da die Einfachheit und Stabilität des Mechanismus somit nichts zu wünschen übrig lassen, so scheint hier in der That ein billiges, zuverlässiges und von schädlichen äusseren Einflüssen wenig abhängiges Instrument geschaffen zu sein, das zur Mitnahme auf Reisen und zu Höhenmessungen namentlich dann wie kein anderes geeignet sein wird, wenn es sich, woran zu zweifeln wohl kein Grund vorliegt, auch bezüglich seiner Leistungen und seiner Constanz den vorhandenen besseren Instrumenten derselben Gattung ebenbürtig anreicht.

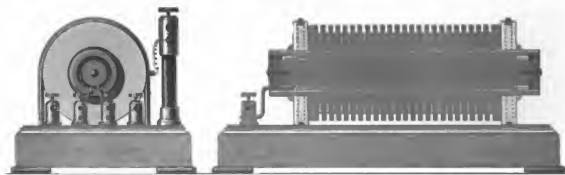
### Ueber einen Funkeninductor.

Vor einiger Zeit wurde mir ein Inductionsapparat, welcher nach Angabe des Verfertigers 10 cm Funkenschlagweite haben sollte, zur Reparatur übergeben. Von dem Apparat wurde verlangt, er solle mit einer möglichst grossen Constanz sehr lange Zeit (bis 18 Stunden) ohne Unterbrechung arbeiten. Die Construction war die bekannte; ich erläutere sie hier nur beiläufig, da sie für Apparate mit so hoher Spannung nicht empfehlenswerth ist. Ueber die primäre Rolle war eine 0,75 mm starke Hartgummiplatte auf ungefähr  $1\frac{1}{2}$  Umdrehungen gewickelt; hierauf waren die auf Papierringe gewickelten 42 Etagen geschoben, welche unter sich wieder durch in Wachs getränktes Papier in je 8 und mehr Schichten getrennt waren. Als Draht war einfach mit Seide überspinnener Kupferdraht verwandt. Die Verbindung einer Etage mit der anderen war durch blosses Zusammendrehen der abgeputzten Enden bewirkt; von Verlöthen und Besspinnen war abgesehen. Nach meinen Erfahrungen bietet eine solche Beschaffenheit keine Gewähr für zuverlässige Wirksamkeit; in der That blieb der

Apparat nur sehr kurze Zeit in Thätigkeit und versagte dann plötzlich. Bei näherer Prüfung, nach Entfernung der an den Enden angebrachten Holzscheiben, zeigte sich, dass der secundäre Strom in vielen Punkten in die primäre Rolle überschlug, dass selbst sogar im Eisenkern Funken auftraten. Nachdem ich den Gummimantel entfernt und an dessen Stelle ein Glasrohr eingeschoben hatte, verschwanden die Funken in der primären Rolle und im Eisenkern, dagegen gingen die Ausgleichungen innerhalb der secundären Rolle nach wie vor längs der Glasröhren von einer Etage zur anderen über. Die Unterbrechung geschah durch den gewöhnlichen Hammer mit Platincontact.

Hiernach war eine gründliche Umarbeitung erforderlich. Ich ordnete den Apparat in folgender Weise neu an:

An Stelle des aus lauter lockeren Eisendrähten bestehenden Eisenkerns, welcher im Ganzen mit Paraffinpapier überwickelt war, schob ich zunächst einen hinreichend stabilen Eisenstab, auf welchen 2 Endscheiben von Eisen aufgeschraubt waren, ein und lagerte nun um denselben zwischen die Platten die einzelnen dünnen Drähte. Nachdem bis zum Plattenumfang angefüllt war, wurde der ganze Eisenkern mit Seide mehrmals umwickelt. Hierüber wurde der noch brauchbare Draht der primären Rolle gewickelt und über die letztere dann ein 6 mm starkes Rohr vom besten Hartgummi geschoben. Dasselbe hatte eine Länge von 350 mm, so dass die primäre Rolle mit dem Eisenkern noch ca. 1 cm auf jeder Seite zurückstand. Auf dieses Rohr wurden Scheiben von Hartgummi, 10 mm breit, welche ringförmig ausgedreht waren, angeordnet. Die Scheiben hatten einen Durchmesser von 130 mm; sie wurden auf eine Wandstärke von 2 mm und auf eine Ringstärke von 8 mm bearbeitet, so dass der freie Hohlraum 6 mm breit und 28,5 mm hoch wurde. Diese Ringe wurden bis auf 10 mm vom Rand mit 0,15 mm starken, doppelt mit Seide besponnenen Kupferdraht



( $\frac{1}{4}$  nat. Gr.)

bewickelt. 24 solcher Scheiben wurden gebraucht. Anfang und Ende der secundären Rolle traten um etwa je 30 mm vor der primären Rolle zurück. Bei den fünf ersten und fünf letzten Scheiben wählte ich den offenen Raum nur 5 mm breit, so dass mithin eine beiderseitige Wandstärke von 2,5 mm blieb. Die Endscheiben waren von Glas im Durchmesser von 134 mm, 15 mm stark, so dass beim Aufschrauben der Rolle die Gummischeiben keinen Druck erhalten konnten. In je einer Blendscheibe aus Hartgummi liefen der verstärkte End- und Anfangsdraht aus. Die Aufwicklung erfolgte auf folgende Weise: Auf die durch die sämtlichen Scheiben beanspruchte Länge wurde eine kleine Ebene auf den Hartgummicylinder gefeilt, die sämtlichen Scheiben erhielten eine kleine 3 mm breite, 1 mm tiefe Keilnuth, in welche nach Aufchieben der Scheibe ein mit Schellack gestrichener Keil fest eingetrieben wurde, um ein Ausgleiten und dadurch ein Reißen des Drahtes zu vermeiden. Es wurde nun die Glasscheibe und eine Blendscheibe festgekeilt, der stärkere Draht durch letztere auf die erste Scheibe aufgewickelt und diese selbst dann erst verkeilt. Hierin erst wurde der dünne Draht verlöthet und übersponnen. Ebenso wurde nach Fertigwicklung dieser Scheibe das Ende derselben als der Anfang der zweiten in diese ein paar Umgänge eingeführt, hier erst verlöthet und übersponnen und so fortgefahren, bis zur 24. Scheibe, wo

das verstärkte Ende wieder in die Blendscheibe und von da weiter nach dem Polhalter führt. Ausgang und Eingang jeder Scheibe war um  $30^\circ$  versetzt, ebenso Ausgang und Anfang zweier aufeinanderfolgenden. Dadurch wurde bewirkt, dass zwei benachbarte Eintritte um  $60^\circ$  verdreht waren. Sämmtliche Etagen wurden schliesslich gehörig in Schellack getränkt, übrigens aber der Draht sichtbar gelassen. Die Wirkung dieses Apparats war vorzüglich, und glaube ich meinen Herrn Collegen wohl diese Ausführung, wenn es auf den Preis nicht ankommt, empfehlen zu können. In Betreff des Condensators möchte ich noch bemerken, dass nicht zu dünnes Stanniol gewählt werden darf und bei den die einzelnen Lagen trennenden, sowie die geraden und ungeraden verbindenden Zwischenstücke die scharfen Kanten zu beseitigen sind, da auch hier wieder der Fall eintrat, dass sämmtliche geraden und sämmtliche ungeraden Lagen, zum Theil sogar vollständig, durchschnitten waren. Als Unterbrecher wurde der Ruhmkorffsche Quecksilberunterbrecher gewählt.

R. Kleemann,  
Mechan. in Halle a. S.

## Journal- und Patentlitteratur.

### Der „Fixator“, ein Ergänzungsapparat des Spectrometers.

Von Prof. Dr. E. Ketteler in Bonn.

(Auszug des Herrn Verfassers aus seiner Abhandlung: Experimentaluntersuchung über den Zusammenhang zwischen Refraction und Absorption des Lichtes. Wiedemann's Ann. Bd. XII. S. 481.)

Bei den von mir Wied. Ann. XII, 488 beschriebenen Refractivebestimmungen wurde das Sonnenlicht dem Spectrometer mittels eines Apparates zugeführt, der einer vielfachen Anwendung fähig scheint und auf den ich daher auch hier die Aufmerksamkeit der Physiker und Techniker hinleiten möchte.

Zur Herstellung und Verwendung homogenen Lichtes hat man bisher folgende Wege eingeschlagen:

- 1) Die Benützung der natürlichen Linien der Emissions- und Absorptionsspectren.
- 2) Die Erzeugung derartiger künstlicher Linien, z. B. durch Interferenz und doppelte Brechung. Zu demselben Zweck dient auch der von mir früher<sup>1)</sup> beschriebene Beleuchtungsapparat, der jedes beliebige Spectrum und jede beliebige farbige Lichtquelle nachzubilden vermag und diesen Zweck unter Zuziehung passender Schirme (eventuell Zeichnungen) bloss mittels Prismen und Linsen erreicht.
- 3) Um sich von der unregelmässigen Lage der erwähnten Linien unabhängig zu machen, entwirft man auf der Spaltplatte des zur Verwendung kommenden Theodolithen etc. ein objectives Spectrum und lässt successiv die Strahlen von der gewünschten Brechbarkeit in denselben eintreten. Hierbei muss die entsprechende Wellenlänge durch irgend welches besondere Verfahren gleichzeitig ermittelt werden.
- 4) Man kann auch das Beobachtungsfernrohr mit einem eigenen Prismensystem und einer in der Focalebene des Objectives katoptrisch oder dioptrisch erzeugten Scala versehen oder in derselben einen verschiebbaren Faden oder Spalt anbringen. Dieses letztere Verfahren ist in neuerer Zeit namentlich von Gian<sup>2)</sup> ausgebildet worden.

Von den genannten vier Methoden finden natüremäss die beiden ersten nur eine beschränkte Verwendung. Und was die beiden letzteren betrifft, so scheint mir die erstere aus Gründen, die ich gleich entwickeln will, vor der letzteren den Vorzug zu verdienen, vorausgesetzt, dass es gelingt, die Wellenlängen der benutzten Farben ein für allemal zu fixiren.

Wenn ferner bisher wenigstens diejenige Adjustirung, bei welcher die Spectrallinien der Axenrichtung des Theilkreises parallel sind, die gebräuchlichere ist, so giebt es doch Fälle, in welchen die Kreuzung beider entschieden den Vorzug verdient. Kundt<sup>3)</sup> hat zu dem Ende an dem Objectiv des Fernrohrs ein spitzes Glasprisma angebracht, dessen brechende Kante der Kreisebene parallel

<sup>1)</sup> Ketteler, Pogg. Ann. 141. p. 604. 1870.

<sup>2)</sup> Gian, Wied. Ann. 11. p. 492. 1880.

<sup>3)</sup> Kundt, Pogg. Ann. 145. p. 67. 1872.

... den veränderlichen Spalt auf einem Punkt reducirt, so er-  
... wird dann auf dem Tisch des Apparates in  
... ein aus einem weissen Substrat bestehendes Prisma  
... in die Höhe eines ... und so entsteht eine  
... Wellenlänge. Will man diese nicht bloss hell  
... in gleicher Schiefe auch dunkel auf hellem  
... oder unklügeligen Spalt auf eine passende Länge  
... im Haar zu ziehen. In Curve und Lichtbaad

... werden  
... Refractivecurve, das recht eigent-  
... Apparats, der dieselbe in möglichst ratio-  
... Instrumente genannt werden können.  
... hat sich insbesondere Müssen in einem

... Spectro-  
... Dispersionmeter mit künstlichen  
... Wellenlängen  
... verwendbar  
... Fixator

... oder gerader Durch-  
... die einfachere  
... auf einer horizontalen hoch-  
... einen horizontalen  
... Brennweite.  
... in dessen Brennweite  
... mit horizontalen  
... auf welcher im Abstand  
... sind von fünf zu fünf  
... in einem  
... zwischen dem zweiten  
... sind nach

... versehen  
... um die ganze  
... selbst um  
... die Eisenschiene  
... der Vollständigkeit  
... denken wir uns

... kräftiges Lampenlicht  
... Spectrum, dessen  
... kleine Verschiebung  
... parallele scharfe Linien  
... mit dem Spaltrohr des  
... und an ihrer  
... verticalen Fäden  
... einen kleinen Abstand  
... Farbe in die  
... als künstliche  
... bringen können. Und

wenn auf dem Tischchen des Spectrometers Beugungsgitter oder Prismen von der Farbe abhängige horizontale Ablenkungen bewirken, so erscheinen die beiden Verticalfäden in der Form der entsprechenden Refractionscurve gekrümmt. Sie lassen dieselbe wieder als dunkle Linie auf einem gleichfalls gekrümmten farbigen Bande von der Breite des Schlitzes hervortreten.

Dabei möge erwähnt werden, dass ein Zwischenraum von 2 mm zwischen der Glastheilung und den Fäden des Collimators für eine freie Bewegung der ersteren genügt, ohne die Deutlichkeit der Theilstriche zu beeinträchtigen. Da ferner bei dem beschriebenen Arrangement genannte Fäden zum Fadenkreuz des Fernrohres völlig fest sind, so bleiben vorübergehende Erschütterungen des nicht unbeträchtlich langen Gesamtapparates ohne Einfluss auf die Messungen<sup>1)</sup>.

Will man endlich die künstlichen Spectrallinien der Axe des Theilkreises parallel machen, so genügt ein Umlegen des Fixators um 90°. Dabei dürfte für manche Untersuchungen der von Vierordt eingeführte bewegliche Ocularspalt ungern entbehrt werden, sodass in Zukunft stets einem Ocular mit Fadenkreuz ein solches mit Spalt beigegeben werden sollte.

Um zu zeigen, welche Genauigkeit sich mittels des Fixators erzielen lässt, mögen zwei bei Sonnenlicht angestellte Beobachtungsreihen hier angeführt werden, von denen sich die erstere auf die Wellenlängen als die charakteristischen Attribute der künstlichen Spectrallinien bezieht, während die zweite die entsprechenden Brechungsexponenten des absoluten Alkohol giebt.

Zur Ermittlung der Wellenlängen bediente man sich eines Nobert'schen Gitters, dessen Constante (Entfernung zweier Gitterstriche) 0,011302 mm betrug, und erhielt so (pro Collimatorfaden) ebenso viele Dispersionscurven als Seitenspectren erkennbar waren. Man brachte successiv den Durchschnitt der einzelnen Spectrallinien mit der rechts und links liegenden Curve in die Mitte des Gesichtsfeldes, bewirkte durch Drehen des Fernrohres eine Coincidenz desselben auch mit dem verticalen Ocularfaden des letzteren und brachte den halben so gewonnenen Ablenkungswinkel als Beugungswinkel in Rechnung. Der von mir benutzte Meyerstein'sche Apparat gestattete (mittels Mikroskopen) die directe Ablesung von zwei Bogensekunden.

Dem entsprechend enthält die erste Columnne der folgenden Tabelle I die Nummer der Spectrallinien (Scalentheile), die beiden weiteren geben die zugehörige Wellenlänge (in Tausendtheilen des Millimeters), und zwar bezieht sich die erste derselben auf den verticalen Collimatorfaden links (*L*), die zweite auf den Faden rechts (*R*). Die letzte Columnne (*λ*) ist das arithmetische Mittel der Einzelwerthe, die mit alleiniger Ausnahme einiger Bestimmungen für 17 alle im I. Spectrum erhalten sind (s. umsteh. Tab. I).

Wie man aus der Tabelle ersieht, beträgt der mittlere Fehler einige Einheiten der vierten Ziffer; einer Einheit derselben entsprechen nahezu zwei Secunden, eine Genauigkeit, die für die meisten Untersuchungen völlig genügt.

Was ferner die Messung der Brechungsindices des Alkohol betrifft, so diente dazu ein Hohlprisma von 45° brechendem Winkel, durch dessen Deckel ein feines Thermometer ging. Da die Versuchsreihe nahezu eine Stunde dauerte und während derselben die Temperatur des Prisma um 0°,4 C. stieg, so sind die direct erhaltenen Zahlen zunächst mittels der Müller'schen Formel  $n = n_0 - kt$  auf die gleiche Temperatur von 25° C. reducirt. Um endlich die Indices auch aus den Wellenlängen berechnen zu können, benutzte man eine recht vollständige Dispersionsformel, deren 4 Constanten mittels eines geeigneten Gruppenverfahrens aus 12 Beobachtungen abgeleitet wurden.

Die so gewonnenen Zahlenwerthe findet man in den entsprechenden Columnen folgender Tabelle (s. umsteh. Tab. II):

Es ergibt sich aus den beigefügten Abweichungen  $\delta$ , dass die in Rede stehenden Brechungsexponenten bis auf etwa fünf Einheiten der fünften Decimale den ihnen zugelegten Wellenlängen entsprechen.

**Ein Schwefelwasserstoff-Apparat.** Von Peter Hart. Chemical News. Bd. 43 S. 191.

Wenn man Schwefelwasserstoff nur gelegentlich und in kleineren Mengen braucht, so bewährt sich der im Folgenden kurz beschriebene Apparat, der häufig benutzt werden kann, ohne gereinigt oder wieder gefüllt zu werden. Er besteht in der Hauptsache aus zwei unten geschlos-

<sup>1)</sup> Bei einem Fixator mit Prismen mit schiefer Durchsicht würden die horizontal einfallenden Lichtstrahlen wohl zweckmässig zunächst durch ein total reflectirendes Prisma vertical abwärts gespiegelt und müssten dann schliesslich horizontal austreten. Behufs Einstellung auf die einzelnen Spectrallinien würde diesmal das Spectrometer selbst gehoben und gesenkt werden müssen. Ein so bergerichteter Apparat würde aber vermuthlich mehr gegen falsches Licht geschützt sein.

Tabelle I.  
Wellenlängen.

| Sc.  | <i>L</i>        | <i>R</i>             | <i>d</i> | <i>λ</i>  |
|------|-----------------|----------------------|----------|-----------|
| A 42 | [0,7869 ]       | 0,7865 <sup>1)</sup> | —        | [0,7867 ] |
| 41   | 0,75548         | —                    | —        | 0,75548   |
| 40   | 0,72672         | —                    | —        | 0,72672   |
| a 39 | 0,70156         | 0,70140              | + 16     | 0,70148   |
| B 38 | { 0,67838       | 0,67887              | — 49     | { 0,67847 |
|      | { 0,67821       | 0,67843              | — 22     |           |
| C 37 | 0,65917         | 0,65912              | + 5      | 0,65915   |
| 36   | 0,64112         | 0,64134              | — 22     | 0,64123   |
| 35   | 0,62433         | 0,62422              | + 11     | 0,62426   |
| 34   | 0,60698         | 0,60709              | — 11     | 0,60704   |
| D 33 | 0,59560         | 0,59577              | — 17     | 0,59569   |
| 32   | 0,58467         | 0,58451              | + 16     | 0,58459   |
| 31   | { 0,57169       | 0,57180              | — 11     | { 0,57181 |
|      | { 0,57186       | 0,57191              | — 5      |           |
| 30   | { 0,56118       | 0,56044              | + 74     | { 0,56089 |
|      | { 0,56086       | 0,56108              | — 22     |           |
| 29   | 0,55112         | 0,55122              | — 10     | 0,55117   |
| 28   | { 0,54143       | 0,54192              | — 49     | { 0,54170 |
|      | { 0,54165       | 0,54179              | — 14     |           |
| E 27 | 0,53316         | 0,53306              | + 10     | 0,53311   |
| 26   | { 0,52484       | 0,52452              | + 32     | { 0,52448 |
|      | { 0,52419       | 0,52435              | — 16     |           |
| b 25 | 0,51609         | 0,51641              | — 32     | { 0,51638 |
|      | 0,51650         | 0,51652              | — 2      |           |
| 24   | 0,50941         | 0,50952              | — 11     | 0,50947   |
| 23   | 0,50240         | 0,50256              | — 26     | 0,50253   |
| 22   | { 0,49490       | 0,49589              | — 99     | { 0,49572 |
|      | { 0,49561       | 0,49628              | — 67     |           |
|      | 0,49572         | 0,49594              | — 22     |           |
| F 21 | 0,48970         | 0,48981              | — 11     | 0,48976   |
| 20   | 0,48395         | 0,48368              | + 27     | 0,48382   |
| 19   | 0,47818         | 0,47868              | — 50     | 0,47843   |
| 18   | 0,47328         | 0,47323              | + 5      | 0,47326   |
| 17   | { 0,46797 (I)   | 0,46830 (I)          | — 33     | { 0,46816 |
|      | { 0,46820 (II)  | 0,46815 (II)         | — 14     |           |
|      | { 0,46820 (III) | 0,46824 (III)        | + 5      |           |
|      | 0,46637         | 0,46310              | + 27     |           |
| 16   | 0,46337         | 0,46310              | + 27     | 0,46324   |
| 15   | 0,45828         | 0,45817              | + 11     | 0,45823   |
| 14   | 0,45401         | 0,45433              | — 32     | 0,45417   |
| 13   | 0,45023         | 0,45050              | — 27     | 0,45037   |
| 12   | 0,44580         | 0,44601              | — 21     | 0,44592   |
| 10   | 0,43824         | 0,43791              | + 33     | 0,43808   |
| G 8  | 0,43156         | 0,43112              | + 44     | 0,43134   |
| 6    | —               | 0,42368              | —        | 0,42368   |

Tabelle II.  
Brechungsindices des Alkohol.

| Sc.    | <i>n</i>   |           | <i>d</i> | Sc.    | <i>n</i>   |           | <i>d</i> |
|--------|------------|-----------|----------|--------|------------|-----------|----------|
|        | beobachtet | berechnet |          |        | beobachtet | berechnet |          |
| 41     | 1,35743    | 1,35739   | + 4      | 23     | 1,36437    | 1,36436   | + 1      |
| 40     | 1,35789    | 1,35788   | + 1      | 21     | 1,36506    | 1,36503   | + 3      |
| [39,2] | [1,35820]  | 1,35825   | [— 5]    | 19     | 1,36570    | 1,36569   | + 1      |
| 37     | 1,35922    | 1,35922   | 0        | [16,8] | [1,36646]  | 1,36640   | [+ 6]    |
| 35     | 1,36001    | 1,36004   | — 3      | 15     | 1,36711    | 1,36702   | + 9      |
| 33     | 1,36087    | 1,36082   | + 5      | 13     | 1,36761    | 1,36760   | + 1      |
| 31     | 1,36156    | 1,36155   | + 1      | 11     | 1,36821    | 1,36826   | — 5      |
| 29     | 1,36224    | 1,36226   | — 2      | 9      | 1,36892    | 1,36888   | + 4      |
| 27     | 1,36294    | 1,36296   | — 2      | 7      | 1,36946    | 1,36953   | — 7      |
| 25     | 1,36370    | 1,36369   | + 1      |        |            |           |          |

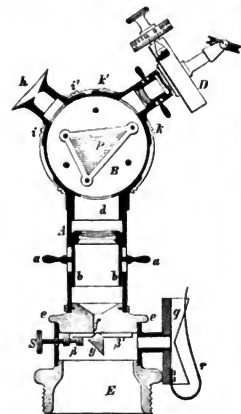
<sup>1)</sup> Durch Zeichnung erhalten.



senen Glasröhren, von denen die grössere einen Zoll im Durchmesser hat, während die andere nur so viel enger ist, dass sie ohne Reibung in die grössere hineinpasst. Die engere Röhre wird unten am Boden mittels des Lüthrohrs mit einem kleinen Loch versehen, und oben mit einem Gummipfropfen, durch welchen ein zweimal rechtwinklig gebogenes Gasleitungsrohr geht, geschlossen. Ueber das Ende der weiteren Röhre wird ein etwa zwei Zoll langes Stück Gummischlauch von viel kleinerem Durchmesser als die Röhre selbst so gezogen, dass die Hälfte des Schlauchs hervorragt, um die engere, mit dem Gasleitungsrohr versehene Röhre in jeder beliebigen Höhe zu halten. In die letztere wird nun ein Stück Schwefeleisen und in die äussere Röhre ein Gemisch von Schwefelsäure und Wasser gethan. Die Handhabung ist einfach; will man Schwefelwasserstoff haben, so senkt man die innere Röhre so tief, dass die Säure das Schwefeleisen berührt und augenblicklich entwickelt sich ein Strom Schwefelwasserstoffgas, dessen Stärke man leicht durch mehr oder minder tiefes Ein-senken der inneren Röhre reguliren kann. Zieht man dieses wieder ganz hoch, so hört natürlich die Gasentwicklung auf und kann dann so oft wieder eingeleitet werden, bis die Säure mit dem gebildeten Eisensulfat gesättigt ist. Wb.

**Ein kleines Universalspectroskop.** Von Prof. Dr. v. Konkoly. Centr. Zeit. f. Opt. u. Mech. 1881. No. 10.

Das Instrument ist für die Beobachtung des brechbaren Theiles der Fixsternspectra bestimmt. — Der Messingring *E* wird an den Ocularauszug des Fernrohrs geschraubt; mit demselben wird durch ein Verbindungsstück ein zweiter Ring *cc* verschraubt, welcher die beiden Spaltbacken  $\beta\beta'$  trägt, von denen  $\beta$  beweglich und  $\beta'$  fest ist. Die Verschiebung von  $\beta$  wird durch die Schraube *S* bewirkt. Das Vergleichsprisma *g* steht einer Oeffnung des Gestelles *g* gegenüber; letzteres dient zur Aufnahme Geissler'scher Röhren, welche durch die Feder *r* am Apparate festgehalten werden. Auf dem Ring *cc* ist das Collimatorrohr *A* befestigt, welches wieder mit dem Messingstück *d* verschraubt ist. Im Collimatorrohre bewegt sich eine Hülse *bb*, welche die achromatische Collimatorlinse trägt. Mittels der Griffe *aa* lässt sich dieses Rohr verschieben, um den Spalt *f* in den Brennpunkt bringen zu können. Auf *d* ist endlich eine Messingkapsel *B* geschraubt, welche das Prisma *P* (Isländischer Doppelspath, von Schmidt & Haensch in Berlin geschliffen) einschliesst. An *B* ist das Oculardiaphragma *h* durch vier Schrauben *ii'* (wovon nur zwei sichtbar sind) und das Schraubenmikrometer *D* mittels der Schrauben *kk'* befestigt.



Ein Fernrohr besitzt der Apparat nicht; bei Beobachtung der Fixsterne wird bei *h* an Stelle des Diaphragma eine Cylinderröhre eingeschoben. Dem Apparate ist ein zweites Flintglasprisma mit einem brechenden Winkel von  $60^\circ$  aus der Werkstätte von Reinfelder & Hertel beigegeben, um seine Wirkung erhöhen zu können.

Als Hilfsapparat ist dem Instrument noch ein kleines Zöllner'sches Ocularspectroskop hinzugefügt. Der optische Theil desselben stammt aus der Werkstätte von G. & S. Merz in München. Beim Gebrauche wird dasselbe an Stelle des Oculars angeschraubt.

Das Instrument ist nach den Angaben des Verf. in der Werkstätte seiner Privatsternwarte angefertigt. Verf. hat mit demselben den Kometen Hartwig im Jahre 1880 mit Vortheil beobachtet. W.

**Fein's Braunstein-Element.** Vom Director A. Merling in Hannover. Centralzeitung für Optik und Mechanik, Nr. 9, 1881.

Das Gefäss des hier beschriebenen sogenannten Braunstein-Ballon-Elements ist mit einem Porzellandeckel geschlossen, in welchem sich drei Oeffnungen zur Aufnahme der Zink- und Kohlenklectrode und eines Glasballons befinden. Der mit weichem Wasser angefüllte Ballon wird mit der Oeff-

nung nach unten eingeführt, so dass dieselbe durch die Füllung des Elementes abgeschlossen wird; die letztgenannte Neuerung hat den Zweck, dass bei Abnahme der Füllung durch Verdunstung immer entsprechend Wasser aus dem Ballon nachfliessen kann. Die Zinkelektrode ist direct in die Braunkohlennischung eingeführt; um nun zwischen Elektrode und Füllung eine genügende Trennung herbeizuführen, ist die erstere mit einem dichten Baumwollenüberzuge versehen, welcher hier die Stelle der Thonzelle vertritt. Das Element soll sehr leicht zu unterhalten sein, eine ziemlich grosse Constanz besitzen und sich in Folge dessen besonders für die Haustelegraphie und den Betrieb elektrischer Uhren eignen. *K.*

**F. Millers und Pfandlers Verbesserung an Bussolen.** Dingler's Journ. Bd. 240. Hft. 3, p. 194.

Die Verbesserung bezieht sich auf die Ablesungs-Vorrichtungen an Bussolen; es wird eine Einrichtung mitgetheilt, welche den Stand der Magnetnadel mit grösserer Genauigkeit als bisher, abzulesen, gestattet. — Die Magnetnadel *M* trägt

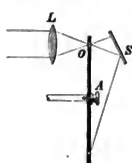


nahe den Enden zwei dünne Scheibchen *a* von Aluminium; in jedes derselben ist eine feine Linie so eingerissen dass sie mit dem Drehpunkt der Nadel in einer Ebene liegt. Concentrisch mit dem Theilring ist der Träger *T* drehbar, welcher das Mikroskop *g* aufnimmt und sich hierauf in die beiden Arme *t* spaltet, zwischen denen der Nonius *N* befestigt ist. Die Kreistheilung befindet sich, abweichend von der bisher üblichen Form, ausserhalb der Metallbüchse und zwar bei *A*. Der Nonius gleitet über den Theilkreis und gestattet die Ablesung der Winkel. Das bei *f* im Mikroskope angebrachte Fadenkreuz wird auf die in das Plättchen *a* eingravirte Linie eingestellt und der Nonius *N* abgelesen.

Um auch die immerhin störenden Schwankungen der Nadel auf ein Minimum zu reduciren, ist an jedem Ende der Nadel ein kleines Scheibchen *b* aus Papier oder Glimmer so befestigt, dass es auf der Schwingungsebene senkrecht steht. Durch den bei einer Drehung verursachten Luftwiderstand kommt die Nadel schon nach drei bis vier Schwingungen vollständig zur Ruhe, ohne dass hierdurch die richtige Einstellung gehindert wurde.

Die verbesserte Einrichtung ist, theilweise nach Angabe von Prof. Pfandler, vom Mechaniker F. Miller in Innsbruck ausgeführt worden. *W.*

**Einfaches Verfahren, die stroboskopischen Erscheinungen für Viele gleichzeitig sichtbar zu machen.** Von E. Lommel. Carl's Repertorium Bd. XVII. S. 463.



Eine für Viele sichtbare Darstellung der stroboskopischen Erscheinungen, die vor dem bekannten „Wunderrade“ den Vorzug besitzt, dass sich die Figuren auf einer Ebene befinden, erhält man nach dem Verf. auf folgende Weise.

Die von einer intensiven, hinter der stroboskopischen Scheibe befindlichen Lichtquelle herkommenden Strahlen werden durch eine Linse *L* auf eines der Löcher *O* der Scheibe concentrirt, fallen dann divergirend auf den geneigten Spiegel *S* und beleuchten die Vorderfläche der Scheibe in ihrer ganzen Ausdehnung. Bei Drehung der Scheibe um die Achse *A* werden in Folge der intermittirenden Belichtung die stroboskopischen Bewegungen der auf der Vorderfläche gezeichneten Figuren sichtbar. *T.*

**Ueber eine Verbesserung bei der aräometrischen Ablesung, zumal in ihrer Anwendung auf die Bestimmung des specifischen Gewichtes von ausgelassenem Butterfett.** Von Adolf Mayer. Fresenius' Zeitschrift. 20. Jahrg. S. 376 ff.

Bei jeder aräometrischen Messung wirken die Capillarkräfte störend ein; je nachdem man das Instrument langsam oder weniger langsam in die Flüssigkeit taucht, gewinnt der sich um die Spindel bildende Capillarkügel eine kleinere oder grössere Gestalt. Nach des Verf. Versuchen beträgt der hierdurch veranlasste Fehler im Mittel 0,0004 des spec. Gewichtes und lässt sich nur dadurch einigermaassen vermeiden, dass man bei jeder Messung in ganz gleicher Weise und mit der grössten Vorsicht verfährt.

Auch die Ablesung des wahren Standes des Aräometers wird durch die capillar erhobene Flüssigkeitsschicht beeinträchtigt und mit einer gewissen Willkür behaftet sein (wenn auch ans

diesem Grunde wohl nur bei angeübten Beobachtern. D. Red.) Um diese Schwierigkeit zu beseitigen, bedient sich Verf. einer kathometrischen Messung. Nachdem das Aräometer in die Flüssigkeit eingesenkt ist, wird eine mit einer genauen Millimetertheilung versehene Glasröhre vorsichtig über die Spindel herabgelassen, an deren unterem Ende ein dicker Platindraht als Verlängerung eingeschmolzen ist. Die Röhre ist in ein passendes Stativ eingespannt und kann mittels einer Mikrometerschraube senkrecht auf und nieder bewegt werden. Das Röhrenstück wird nun soweit gesenkt, bis das Ende des Platindrahts den Flüssigkeitsspiegel, natürlich an einer Stelle, wo keine capillare Erhöhung mehr stattfindet, berührt. Es wird dann an der Theilung des Aräometers irgend ein fester Punkt angenommen und dessen Coincidenz mit der Millimeterscala der Röhre mit Hilfe des Kathetometers abgelesen. Zur Ermittlung des wahren Standes des Aräometers bedarf es dann nur noch der Kenntniss der ein für allemal gemessenen Entfernung des Endpunkts des Platindrahtes in Bezug auf die Scala des Röhrenstücks und einer mit Hilfe dieser Entfernung berechneten Reductionstafel der Millimetertheilung auf die Aräometerscala. Die verschiedenen Ablesungen differiren nur um 0,1 mm<sup>1)</sup>.

W6.

**Mechanische Darstellung der Lissajous'schen Curven.** Von A. Crova. Journ. de Phys. No. 113. Mai 1881.

Um die Lissajous'schen Curven einem grösseren Auditorium bequem sichtbar zu machen benutzt A. Crova folgenden Apparat.



Ein langes Pendel, gebildet aus einer Stahlstange mit angefügter Bleikugel, ist an der Decke des Saales befestigt. Die Kugel trägt an ihrem unteren Ende eine Hülse, in welcher ein kleiner Pinsel befestigt ist. — Unterhalb dieses Pendels befindet sich ein zweites, dessen Schwingungsebene rechtwinklig zu der des oberen Pendels liegt. Es wird gebildet von einer Eisenstange mit Stahl-schneide; letztere ruht auf zwei Stahlplatten, die auf einem hölzernen Gestell befestigt sind. Zwei Bleigewichte, von denen das eine über der Stahlschneide angebracht ist, während das andere längs des unteren Theiles der Pendelstange verschoben werden kann, gestatten eine veränderliche Schwingungsdauer zu geben. Das Pendel trägt oben eine hölzerne Scheibe mit cylindrischer Oberfläche, deren geometrische Axe mit der Schärfe der Stahlschneide zusammenfällt.

Das Experiment wird nun in folgender Weise ausgeführt: Das untere Pendel wird in Bewegung gesetzt, während das obere, aus seiner verticalen Lage gebracht, mittels eines Fadens festgehalten wird. Bei einer bestimmten Phase der Schwingungen des unteren Pendels wird dann der Faden durchgebrannt und der Pinsel des oberen Pendels beschreibt dann auf der cylindrischen Scheibe die resultirenden Curven. Es werden die Ellipsen des Grundtons, die Curven der Octave, der Quarte, der Quinte und der Quinte der Octave deutlich und langsam aufgezeichnet, je nachdem man dem beweglichen Gewichte der unteren Pendelstange die entsprechende Stellung gegeben hat.

Bei dem Apparate, dessen sich Verf. zu seinen Vorlesungszwecken bedient, hat das obere Pendel eine Länge von 6,7 m; die Dauer einer Schwingung beträgt 2<sup>s</sup>. 6. Die Figuren werden auf einem Quadrat von 25 cm Seitenlänge aufgeschrieben.

W.

**Das Phänomen, gewöhnlich das „Schreien des Zinns“ genannt.** Von J. C. Douglas. Chemical News. Bd. 43. S. 203.

Bekanntlich wird das sogenannte Schreien des Zinns mit dessen krystallinischer Structur in Verbindung gebracht, Verf. untersuchte desshalb, ob nicht auch andere Metalle von augenscheinlich krystallinischer Structur diese Erscheinung zeigen. Gusseisen und Gusszink in dünnen Stangen brachen jedoch, bevor sie soweit gebogen werden konnten, um einen Ton hören zu lassen; bei

<sup>1)</sup> Wir hoffen demnächst die Beschreibung eines bei der Kais. Normal-Aichungs-Commission in Gebrauch befindlichen Apparates bringen zu können, welcher mittels blossen Nonius, also ohne Kathetometer, eine auf 0,1 mm genaue Ablesung gestattet, ausserdem aber ermöglicht, das Aräometer mit einer ungemein zarten Feinbewegung in die Flüssigkeit herabzulassen.

D. Red.

gewöhnlichem gewalzten Zink ist dagegen die krystallinische Structur zerstört. Wird das gewalzte Zink jedoch während einiger Minuten auf eine Temperatur etwas niedriger als sein Schmelzpunkt gebracht, so wird es wieder spröder und sein Bruch ist entschieden krystallinisch. In diesem Zustande „schreit“ es, ähnlich wie das Zinn, nur schwächer. Die Erscheinung scheint also in der That mit der krystallinischen Structur zusammenzuhängen und allen Metallen von derartiger Structur in stärkerem oder schwächerem Grade anzukommen. Verf. hält die Erscheinung zu wichtigen praktischen Anwendungen geeignet, z. B. ans dem Ton, den ein metallischer Balken beim Biegen von sich giebt, auf seine Festigkeit zu schliessen und dergl. Ist der Ton zu schwach, so wird man das Mikrophon zu Hilfe nehmen. Wb.

**Transportable Batterie für elektromedicinische Zwecke.** Von W. E. Fein in Stuttgart. Centralzeitung für Optik und Mechanik No. 7, 1881.

Der Apparat zeichnet sich in Folge seiner einfachen Construction durch leichte Handhabung beim Gebrauche aus. Der Elemententräger, an welchem die Zinke und Kohlenstäbchen der Elemente durch messingne Schienen befestigt sind, lässt sich zwischen zwei Führungsstangen auf und ab bewegen und mittelst Stellschrauben in jeder beliebigen Höhe befestigen. Um eine beliebige Anzahl Elemente der Batterie möglichst bequem zwischen die Leitungsschnüre einschalten zu können, sind auf der oberen Seite der Messingschienen conische Messingstifte angebracht und die Enden der Leitungsschnüre mit Hülsen versehen, welche sich über die Stifte stecken lassen. Nach der angegebenen Construction wird die Batterie mit 10, 14, 20 und 32 Elementen ausgeführt und besteht die Füllung derselben aus einer Lösung von 300 Theilen Wasser, 45 chemisch reiner Schwefelsäure, 20 doppelt chromsaurem Kali und 2 schwefelsaurem Quecksilberoxyd. R.

#### Für die Werkstatt.

**Verfahren zur Erzeugung von elastischem Lack.** Von Herm. Marquardt in Berlin. Wiecks Gew. Ztg. 1881.

Man löscht 15 Theile Kalk mit 20 Theilen Wasser und mischt der heissen Masse 50 Theile Kautschuk unter gehörigem Umrühren zu. Das Gemenge wird dann mit 15 Theilen Leinöl versetzt. Q.

**Elfenbein zu kitten.** Allg. Journ. f. Uhrmacherk. 1881.

Um zerbrochene oder angesprungene Stücke von Elfenbein wieder dauerhaft zusammen zu kitten, bedient man sich folgenden Kittes: Man löst 1 Theil Hausenblase und 2 Theile Gelatine in 30 Theilen Wasser auf, filtrirt heiss und dampft bis auf den fünften Theil ein. Dazu setzt man  $\frac{1}{2}$  Theil Spiritus, in dem man etwas Mastix gelöst hat und giebt schliesslich 1 Theil Zinkweiss hinzu. Der Kitt wird heiss angewendet. Q.

**Trennung des Nickeloxides vom Kobaltoxyd.** Nach Delvaux. Ber. d. Deutsch. chem. Ges. 1881.

Die Lösung wird mit Ammoniak übersättigt, dann übermangansaures Kali und Kalilauge zugesetzt. Es fällt Kobaltoxyd und Manganoxyd nieder, welche man nochmals mit Salzsäure löst und den Prozess wiederholt. Man löst dann wieder in Salzsäure, setzt Ammoniak zu, lässt das meiste Mangan durch Stehen an der Luft sich anscheiden und fällt schliesslich ans der mit Essigsäure versetzten Lösung das Kohalt mit Schwefelwasserstoff. Ans der ersten Lösung fällt man nach Sättigung mit Essigsäure das Nickel durch Schwefelwasserstoff. Q.

**Stahlgrau auf Messing und Kupfer** (Metallarbeiter 1881) erzeugt man gewöhnlich, indem die metallisch reinen Gegenstände in ein Bad von Salzsäure gebracht werden, das sich in einem Bleikasten befindet und eine geringe Quantität weissen Arsens enthält. Die eingelegten Gegenstände überziehen sich sofort mit schönen Irisfarben, die mehrfach wechseln und endlich in Grau übergehen. Nach Erreichung der gewünschten Farbe wäscht man die Gegenstände gut ab und trocknet mit Sägespänen. Der Arsenkniederschlag soll sich jedoch in sicherer Weise und mit besseren Resultaten auf galvanischem Wege erzeugen lassen. Q.

Nachdruck verboten.

# Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions - Curatorium:

Geh.-Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt,  
Vorsitzender.

R. Fuess,  
Beisitzer.

Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz,  
Schriftführer.

Verantwortlicher Redacteur: Dr. Georg Schwirkus.

I. Jahrgang.

September 1881.

Neuntes Heft.

## Längenänderung hölzerner Nivellirlatten.

Von

Prof. Dr. H. G. van de Sande-Bakhuyzen in Leiden.

Der Aufsatz des Herrn Prof. Dr. W. Jordan in dem Februar-Heft dieser Zeitschrift „Comparator und Theilmaschine für Nivellirlatten“ giebt mir Veranlassung, eine vorläufige Mittheilung zu machen über die Erfahrungen, welche wir in Bezug auf die hölzernen Nivellirlatten des Niederländischen Praecisions - Nivellements gemacht haben.

Der verstorbene Prof. Dr. L. Cohen Stuart, Director des Polytechnicums in Delft, der den ganzen Plan für das Nivellement und die Construction der Instrumente angeordnet hatte, hat in einem Vortrag im Königl. Ingenieur-Institute folgende kurze Beschreibung der Latten mitgetheilt, welche ich mir erlaube hier in Uebersetzung wiederzugeben.

„Die Latten aus Tannenholz sind 3 m lang und von T-förmigem Querschnitt; sie sind mit Dosenlibelle und Handgriffen versehen und haben eine zweckmässige Vorrichtung, um sie ohne Gefahr niederlegen zu können. Wurden dieselben nicht benutzt, so waren sie immer mit Sorgfalt in einer Kiste eingepackt.

Der Nullpunkt der Theilung fällt mit der unteren ebenen Fläche eines stählernen Lagers zusammen. Um dieses Lager ist ein kupferner Mantel angebracht, und hat dieser sowie auch der Fuss der Latten eine solche Form, dass die letzteren nur mit ihrer Stahlfläche auf dem Stationsknopfe ruhen können.

Ein Nachtheil der hölzernen Latten ist die Veränderlichkeit ihrer Längenausdehnung, da dieselbe nicht gut in Rechnung zu ziehen ist. Nur nachdem vergebens versucht worden war, eine stählerne Latte zu construiren, welche bei einem geringen Gewicht — wie zur Vermeidung eines zwar kleinen aber constanten Fehlers bei Nivellements auf weichem Boden unbedingt erforderlich ist — die nöthige Steifheit besass, wurde zu der Anwendung hölzerner Latten geschritten. Es gelang jedoch der genannten Schwierigkeit folgendermaassen Herr zu werden. Auf der Vorderfläche der Latte sind kleine Stahlcylinder, je 95 cm ungefähr von einander entfernt, in kupfernen Büchsen, welche ganz in das Holz eingelassen sind, festgeschraubt. Jedem Paare Latten ist ein stählerner Vergleichungsstab mit eingelassenem Thermometer beigegeben; der Stab — Endmaass — ist etwas kürzer wie die Entfernung zwischen zwei auf einander folgenden Stahlcylindern. Zur Bestimmung dieser Entfernung dienen in Verbindung mit dem Stahlstabe ein Paar kleine

Messkeile, welche in die Zwischenräume zwischen Stab und Cylinder eingeschoben werden.

Hat man die Länge der Latte sorgfältig mit einem richtig getheiltem Normalmaassstab und die Entfernung der Cylinder von einander mittels der Messkeile und des Stahlstabs genau bestimmt, so kann man durch Wiederholung des letzteren Vergleiches sich jederzeit überzeugen, ob und wie weit eine Längenänderung der Stange während des Nivellirens eingetreten ist.“ So weit Prof. Dr. Cohen Stuart.

Die Bestimmung der Lattenlänge mit dem Normalmaassstab, einem in Millimeter getheilten stählernen Meter mit quadratischem Durchschnitt von Froment in Paris, geschah auf sehr einfache Weise. Das Normal wurde auf die Nivellirlatte so aufgelegt, dass seine Theilfläche senkrecht zur Theilung der Latte war; die sehr sauberen Theilstriche der Nivellirlatte wurden dann auf die Theilung des Normalmaasses reflectirt. Achtete man noch darauf, dass die reflectirten Striche den Millimetern des Normals parallel waren, so konnte mittels einer Loupe abgelesen werden, wie weit die ca. 1 mm breiten Theilstriche der Latte von dem nächstliegenden Millimeterstriche des Normalmaasses entfernt waren. Die Vergleichenungen geschahen für ein Intervall von 93 cm; innerhalb eines jeden Meters wurde von Centimeter zu Centimeter fortschreitend die Latte fünfmal mit dem Normal verglichen und zwar erstreckten sich die Vergleichungen

|                            |   |        |     |        |   |                 |
|----------------------------|---|--------|-----|--------|---|-----------------|
| im ersten Meter von 0.08 m | — | 1.01 m | bis | 0.12 m | — | 1.05 m          |
| - zweiten - -              | - | 1.01 - | -   | 1.94 - | - | 1.05 - — 1.98 - |
| - dritten - -              | - | 1.94 - | -   | 2.87 - | - | 1.98 - — 2.91 - |

Die Ablesungen für den Anfangs- und Endstrich werden von zwei Beobachtern gleichzeitig ausgeführt. Um den persönlichen Fehler zu eliminiren, wurden die Ablesungen unter Wechsel der Beobachter wiederholt, und aus dem Mittel dieser Messungen wurde, nach Reduction für die Temperatur des Normalmeters, die Länge abgeleitet. Die Bestimmung der Lattenlänge ist auf diese Weise zu verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen Umständen vorgenommen worden.

Die Ermittlung der Entfernung der cylindrischen Stäbchen in der Vorderfläche der Latte von einander mittels Vergleichsstab und Messkeilen wurde während der Terrainarbeiten jeden Tag bei Beginn der Messungen gemacht. Das Einlegen der Messkeile bedingt einen kleinen persönlichen Fehler; die Messung ist davon abhängig, mit welcher Kraft der Messkeil zwischen Vergleichsstab und Stabcylinder gebracht wird.

Ich theile nun die Resultate dieser Vergleichungen für ein Paar Latten mit (im Ganzen sind bei den Nivellements 4 Paare in Gebrauch), welche fast während der ganzen Zeit unverändert benutzt worden sind. Da die beiden Latten immer unter den nämlichen Umständen aufbewahrt und gebraucht worden sind, gebe ich zur Verringerung der zufälligen Fehler das Mittel von beiden. Die Zahlen — deren Einheit das Mikron (0.001 mm) — deuten an, wie viel die Latte in Vergleich zum Normalmaass pro Meter zu lang war. Es wurden natürlich bloss Hundertel Millimeter abgelesen; die Tausendtel sind Rechnungsgrößen, denen kein Werth beizulegen ist.

|               |           | Latte minus Normalmeter |               |
|---------------|-----------|-------------------------|---------------|
| 1877 Juni     | . . . . . | + 83                    | bei + 19°6 C. |
| 1877 November | . . . . . | + 55                    | - + 13°2 -    |
| 1878 Juli     | . . . . . | + 63                    | - + 20°2 -    |
| 1879 Juli     | . . . . . | + 96                    | - + 16°8 -    |
| 1879 December | . . . . . | + 45                    | - + 8°8 -     |
| 1880 Januar   | . . . . . | - 37                    | - - 6°4 -     |
| 1881 Februar  | . . . . . | + 57                    | - + 12°7 -    |

Es lässt sich hieraus eine Aenderung der Länge der hölzernen Latte von 4,4 Mikra pro Meter und Centigrad ableiten, ein Resultat, welches sehr gut mit den von anderen Beobachtern, u. A. Struve, abgeleiteten Ausdehnungscoefficienten des Holzes übereinstimmt. Reducirt man mit diesem Coefficienten, so erhält man folgende Unterschiede zwischen Latte und Normalmeter bei 0° C.

|               |           |            |
|---------------|-----------|------------|
| 1877 Juni     | . . . . . | - 0.003 mm |
| 1877 November | . . . . . | - 0.002 -  |
| 1878 Juli     | . . . . . | - 0.026 -  |
| 1879 Juli     | . . . . . | + 0.022 -  |
| 1879 December | . . . . . | + 0.010 -  |
| 1880 Januar   | . . . . . | - 0.009 -  |
| 1881 Februar  | . . . . . | + 0.001 -  |

Nach diesen Zahlen scheint die Latte bei 0° die richtige Länge zu haben.

Ich lasse jetzt die Resultate der Vergleichen der Latte mittels des Vergleichungsstabes und der Messkeile folgen. Wie schon erwähnt, sind die Vergleichen während des Nivellirens bei Beginn der Tagesarbeit vorgenommen worden. Der Einfluss der Temperatur ist bei den angegebenen Werthen, deren Einheit wieder das Mikron ist, in Rechnung gezogen.

| 1879    |           |         |           | 1880   |           |         |           |         |           |
|---------|-----------|---------|-----------|--------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|
| Datum   | Differenz | Datum   | Differenz | Datum  | Differenz | Datum   | Differenz | Datum   | Differenz |
| Juli 18 | - 15      | Aug. 18 | - 11      | Juni 3 | - 27      | Juli 17 | - 51      | Aug. 20 | - 37      |
| 19      | + 1       | 19      | - 4       | 4      | - 19      | 19      | - 18      | 21      | - 39      |
| 21      | + 2       | 20      | - 9       | 5      | - 19      | 20      | - 9       | 24      | - 4       |
| 22      | - 10      | 21      | - 13      | 7      | - 16      | 21      | - 39      | 25      | - 47      |
| 23      | + 1       | 22      | - 11      | 8      | - 22      | 22      | - 37      | 26      | - 59      |
| 24      | + 2       | 23      | 0         | 9      | - 12      | 23      | - 47      | 27      | - 53      |
| 25      | - 2       | 25      | - 6       | 10     | - 12      | 24      | - 49      | 28      | - 52      |
| 26      | - 3       | 26      | - 5       | 11     | - 4       | 26      | - 40      | 30      | - 31      |
| 29      | - 3       | 27      | - 2       | 12     | + 9       | 27      | - 40      | 31      | - 46      |
| 30      | - 19      | 28      | - 7       | 14     | - 5       | 28      | - 40      | Sept. 1 | - 43      |
| 31      | - 15      | 29      | + 15      | 15     | - 7       | 29      | - 44      | 2       | - 7       |
| Aug. 1  | - 8       | 30      | + 1       | 16     | + 3       | 30      | - 39      | 3       | - 37      |
| 2       | - 16      | Sept. 1 | - 1       | 17     | + 4       | Aug. 5  | - 30      | 4       | - 51      |
| 4       | - 16      | 2       | + 17      | 21     | - 15      | 6       | - 45      | 5       | - 52      |
| 5       | - 6       | 3       | 0         | 22     | 0         | 7       | - 17      |         |           |
| 6       | - 24      | 4       | - 15      | 23     | - 9       | 9       | - 36      |         |           |
| 7       | - 9       | 5       | + 3       | 24     | + 20      | 10      | - 14      |         |           |
| 8       | - 7       | 6       | + 4       | 25     | + 26      | 11      | - 6       |         |           |
| 9       | - 10      | 8       | - 9       | 26     | - 10      | 12      | - 8       |         |           |
| 11      | - 2       | 9       | + 2       | 28     | + 12      | 13      | - 27      |         |           |
| 12      | - 9       | 10      | - 9       | 29     | + 5       | 14      | - 29      |         |           |
| 13      | - 14      | 11      | - 4       | 30     | + 9       | 16      | - 45      |         |           |
| 14      | - 35      | 12      | + 10      | Juli 1 | + 4       | 17      | - 20      |         |           |
| 15      | - 23      | 13      | - 11      | 2      | + 20      | 18      | - 32      |         |           |
| 16      | - 14      | 15      | - 15      |        |           | 19      | - 43      |         |           |

Die Bestimmungen in den Jahren 1879 und 1880 bis Juli 2. sind von demselben Beobachter gemacht; von 1880 Juli 17. bis September 5. war ein anderer Ingenieur damit beauftragt, und man sieht deutlich, dass zwischen Beiden ein constanter Unterschied existirt (im Mittel 33 Mikra), der sich ganz gut durch ungleichen Druck auf die Messkeile erklären lässt. Da ich jedoch leider nicht im Stande war, vergleichende Beobachtungen von beiden Herren anstellen zu lassen, habe ich keine Correction angebracht.

Betrachtet man die verschiedenen Zahlenmittel, erhalten in den drei Perioden 1879 Juli 18. bis September 15., 1880 Juni 3. bis Juli 2., und 1880 Juli 17. bis September 5., so sieht man, dass die grössten Unterschiede in jeder Periode resp. 52, 53 und 52 Mikra betragen. Zum Theil sind natürlich diese Unterschiede durch Beobachtungsfehler (ungenauere Angaben der Thermometer u. s. w.) zu erklären; man kann jedoch sicher den Schluss ziehen, dass während des Nivellirens, unter sehr verschiedenen Witterungsumständen, das eine Mal bei sehr trockenem Wetter, das andere Mal bei Regen, die Aenderungen der Lattenlänge unabhängig von der Temperatur pro Meter kleiner sind als 0,05 mm.

Schliesst man aus dem Mittel der Vergleichenungen mit dem Normalmeter, dass die Latte bei 0° den richtigen Werth hat, so ist die grösste Abweichung während der ganzen Periode 1879 Juli 18. bis 1880 Juli 2. 35 Mikra, und während der Periode 1880 Juli 17. bis September 5. 59 Mikra, mit Inbegriff von constanten und zufälligen Beobachtungsfehlern. Auch wenn man die Sache von dieser Seite betrachtet, scheint es, dass man den Maximalwerth der Lattenänderung, unabhängig von der Wärme, durch Feuchtigkeit u. s. w. gleich 0,05 mm setzen darf.

Diese Resultate sind im Allgemeinen viel günstiger als diejenigen, welche Prof. Jordan mittheilt, und welche eine Maximal-Aenderung von 0,3 mm pro Meter ergaben, obgleich die Latten unter günstigeren Umständen aufbewahrt wurden, als die unseren. Ich kann dies nur durch die grosse Sorgfalt erklären, mit der die Herren Gebr. Caminada, Mechaniker in Rotterdam, die Latten sowie auch die Nivellirinstrumente gearbeitet haben. Auf meine Nachfrage, wie die Latten construirt seien, wurde mir Folgendes mitgetheilt:

1. Die Latten wurden angefertigt von leichtem feinen trockenem Tannenholz mit geraden Fasern.
2. Das Holz war  $1\frac{1}{2}$  Jahr gesägt und trocken aufbewahrt, ehe es weiter bearbeitet wurde.
3. Die Richtungen der Fasern auf dem Querschnitt oben und unten an der Latte müssen vollkommen parallel sein, sonst ist das Holz nicht brauchbar.
4. Die beiden senkrecht auf einander stehenden Theile der T-förmigen Latte sind aus demselben Brette gesägt und mit Leim und Schrauben an einander befestigt.
5. Unmittelbar, nachdem die Latte zusammengesetzt war, hat man sie mit einer dünnen Oelfarbe überstrichen.



## Protuberanzspectroskop mit excentrischer, bogenförmiger Spaltvorrichtung.

Von

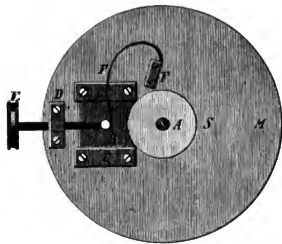
Dr. J. Brunn in Opladen.

Wie schon Herr Dr. O. Lohse in einem, im Januarheft dieser Zeitschrift S. 22 publicirten Aufsätze dargethan hat, wird das Absuchen des Sonnenrandes nach Protuberanzen sehr erleichtert, wenn der Spalt des Spectroskopes um den Radius des scheinbaren Sonnenbildes von der Axe des benutzten Fernrohres entfernt ist und sich das Spectroskop gleichzeitig um diese Axe drehen lässt. In diesem Falle nämlich bedarf es keiner weiteren Verstellung des Fernrohres selbst, wenn dieses durch ein Uhrwerk der täglichen Bewegung der Sonne folgt. Herr Dr. Lohse hat a. a. O. einen nach diesen Gesichtspunkten construirten rotirenden Spectralapparat mit radialem Spalt beschrieben.

Man kann nun gleichzeitig einen grösseren Theil des Sonnenrandes überschauen, wenn der Spalt tangential gerichtet ist und dieselbe Krümmung hat, wie das Sonnenbild. Dieser Gedanke veranlasste mich zur Construction des nachfolgend beschriebenen Spectroskopes, welches an einem fünffüssigen Fernrohre angebracht ist und zur Zufriedenheit fungirt.

Der optische Theil besteht aus zwei fünffachen Amici'schen Prismen und zwei achromatischen Objectiven von Hertel in München; das benutzte Ocular ist ein Mikrometerocular aus zwei planconvexen Linsen.

Auf der Platte *M* befindet sich die Spaltvorrichtung. Die eine Backe derselben wird von der Stahlscheibe *S* gebildet, deren Mittelpunkt *A* im Mittelpunkte der Scheibe *M* befestigt ist. Gegen diese wird durch die Schraube *E*, deren Mutter in das Messingstück *D* eingeschnitten ist, die zweite Backe des Spaltes *B* bewegt, welche sich zwischen den Schienen *C, C* verschiebt und durch die Feder *F* beständig gegen die Schraube *E* gedrückt wird. Die Ränder von *S* und *B* sind in bekannter Weise zugeschärft. Der Radius der Scheibe *S*



ist gleich dem mittleren Radius des Sonnenbildchens meines Fernrohres genommen. Auf diese Scheibe ist nun das Spectroskop an der Rückseite so aufgebaut, dass die Tangente des Spaltes der Axe des Spectroskopes entspricht.

Die Scheibe *M* ist durch vier kurze Messingsäulchen an eine zweite Scheibe befestigt, welche in der Mitte eine hinreichend grosse Oeffnung hat, um die Sonnenstrahlen passieren zu lassen. Diese Scheibe ist an ihrem Rande mit einer Schraube ohne Ende versehen, mit deren Hülfe sich das ganze Instrument leicht um die durch *A* gehende Axe des Fernrohres bewegen lässt.

Um den Sonnenrand abzusuchen, bedarf es also bloss einer einmaligen Einstellung des Fernrohres, so, dass das Sonnenbildchen die Scheibe *A* deckt. Die kleinen Verstellungen, welche noch nöthig sind, da die Scheibe nur selten dem

wirklichen Durchmesser des Sonnenbildchens entspricht, sind so gering, dass sie sich mit der grössten Leichtigkeit ausführen lassen.

Auch das Ocular hat noch eine besondere Vorrichtung, welche verhindert, dass das Auge geblendet wird, wenn der Spalt nicht gerade mit der Chromosphäre zusammenfällt. An demselben befindet sich dort, wo das Bild entsteht, eine einfache Schlittenvorrichtung, in welche sich von beiden Seiten Messingstreifen einschieben lassen, von denen der eine convex, der andere concav ausgeschnitten ist, entsprechend dem Radius der Scheibe  $A$ . Da die beiden Objective gleiche Brennweite haben, so ist im Oculare das Sonnenbild ebenso gross wie bei  $A$  und es erlauben die beiden Messingstreifen aus dem Spectrum den Theil auszuschneiden, welcher der Linie  $C$  (natürlich auch jeder anderen) entspricht. Es wird durch diese Vorrichtung das Auge erheblich geschont, und ich kann ohne Anstrengung lange Zeit auf Beobachtung des Sonnenrandes verwenden, selbst dann, wenn das Uhrwerk, wie es an meinem Fernrohre zuweilen der Fall ist, unzuverlässig fungirt und häufig das directe Sonnenlicht in das Auge dringt.

Die Scheibe, welche die Schraube ohne Ende trägt, ist noch mit einem Positionskreise versehen, welcher, natürlich nur annähernd, die Lage einer Protuberanz angiebt, welche die Mitte des bogenförmigen Spaltes einnimmt.

## Registrir-Apparate mit Typen-Druck an Mikrometern.

Von

J. A. Repsold in Hamburg.

Die im Juli-Heft dieser Zeitschrift S. 213 von Hrn. Dr. Knorre veröffentlichten Vorschläge „über graphische Aufzeichnungen mikrometrischer Messungen“ geben mir Veranlassung zu einer kurzen Mittheilung über Registrir-Vorrichtungen mit Typen-Druck an Mikrometern, wie solche seit Jahren in unserer Werkstatt ausgeführt sind.

Die Einrichtung ist im Wesentlichen die folgende:

Neben der in 100 Theile getheilten Scheibe der Mikrometerschraube dreht sich concentrisch eine zweite von gleichem Durchmesser, welche durch zweifache Zahnrad-Übersetzung so langsam mitgeführt wird, dass sie nur einen Umgang auf den ganzen Ausschlag der Schraube macht. Sie trägt ringsum in gleichen Abständen die Zahlen von 0 bis zur Zahl der Summe der Schrauben-Umgänge. Sowohl diese Zahlen, als auch die Hundert-Theilung der ersten Scheibe und der zwischen beiden stehende Index sind nicht eingravirt, sondern erhaben ausgearbeitet, die Striche als scharfkantig vortretende Zähne, so dass ein mittels weicher Backe dagegen gedrückter Papierstreif deutliche Abdrücke annimmt. Solche Abdrücke können nun gemacht werden durch einen Hebel, welcher in seiner Ruhelage durch eine Feder in geringem Abstand über den Scheiben gehalten wird. Während man das freie Ende dieses Hebels mit dem Daumen niederdrückt, findet der Zeigefinger an einem gegenüberliegenden Vorsprung des Mikrometer-Gehäuses Widerlage; man drückt also wie an einer Scheere und wird daher bei einiger Vorsicht die Lage des Fernrohrs nicht beeinflussen. Damit auch die Schraube unter dem Druck nicht leide, sitzen die beiden Scheiben nicht direct auf derselben, sondern auf einem am Mikrometer-

Gehäuse befestigten durchbohrten Zapfen und werden von der frei hindurchtretenden Schraube nur durch einen Mitnehmer herumgeführt.

Ein langer Papierstreif (gleich denen der Morse - Apparate) befindet sich am hinteren Ende des Hebels auf einer Rolle in Vorrath. Er wird von hier unter dem Hebel und über die Scheiben hinweggeführt und an einer zweiten Rolle befestigt, welche mit einem Zahnkranz versehen ist und nach jedem Abdruck von dem Hebel selbstthätig um ein gewisses Maass vorgerückt wird. In dieser Weise ist stets für einen neuen Abdruck Raum, und es können deren beliebig viele genommen werden.

Die beigefügte Zeichnung (Fig. 1), aus welcher alles Wesentliche zu ersehen

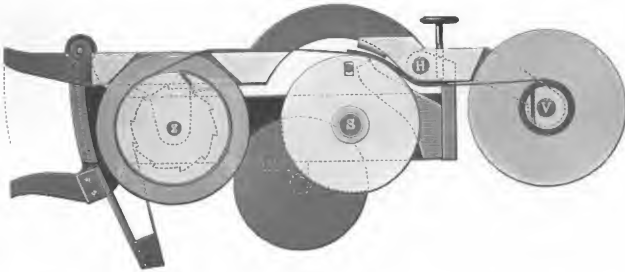


Fig. 1.

gewesen sein wird, giebt einen Schnitt durch die Hunderttheilscheibe, parallel zur Bewegungs-Ebene des Hebels, mit Fortlassung der nebensächlichen Theile. Es ist darin bezeichnet mit

- S* die Mikrometerschraube,
- V* der Zapfen der Vorraths - Rolle,
- Z* der Zapfen der Zug - Rolle,
- H* der Drehungzapfen des Hebels.

Bei den ersten Apparaten wurde das Ende der auf einen Stern bezüglichen Abdrücke nur durch wiederholtes Vorrücken ohne Abdruck (was durch halbe Bewegung des Hebels geschehen kann) am Streifen, durch eine Lücke, bezeichnet; später ist der Streif noch über eine am Hebel befindliche Platte geführt worden, so dass man jederzeit auch Notizen mit Bleistift eintragen kann.

Der Hebel mit den beiden Rollen kann nach Drehung einer Anschlagschraube leicht abgenommen werden, so dass die Erneuerung des Papiervorraths nicht am Instrument zu geschehen braucht. Der bedruckte Streif lässt sich nach Lösung einer Klemmschraube ohne Weiteres von der Zugrolle ziehen.

Die bei *H* unter dem Hebel befestigte kleine Feder dient dazu, ein Stückchen Blaudruck - Papier unter der Druckbacke zu halten. Dasselbe kann mit Hülfe der darüber stehenden Schraube leicht erneuert werden, wird aber für einen Abend ausreichen. Es genügt übrigens auch, farblose Abdrücke zu machen und nachher mit einem Stückchen Blaudruck-Papier über den Streifen zu streichen.

Das Aussehen eines bedruckten Streifens ist ungefähr wie nebenstehende Abbildung (Fig. 2). Die erste Zahl giebt die Umgänge; dann folgt der für beide Scheiben dienende Index, darauf die Hundertheilung mit den dazu gehörenden Zahlen. Bei 2 m Brennweite und einer Schraube von  $\frac{1}{2}$  mm Steigung ist  $1^{\circ} = \text{ca. } 0.05$ ; man schätzt also die zwanzigstel Bogensekunde.

|    |     |
|----|-----|
| 24 | -50 |
| 25 | -62 |
| 25 | -64 |
| 26 | -77 |
| 24 | -50 |
| 25 | -32 |
| 26 | -34 |
| 27 | -77 |
| 25 | -88 |
| 26 | -90 |
| 27 | -90 |
| 26 | -88 |
| 27 | -70 |
| 28 | -72 |
| 28 | -77 |

Fig. 2.

Den ersten Apparat ähnlicher Art haben wir an dem 1868 für die Sternwarte zu Chicago gelieferten Meridiankreise angebracht. Neuerdings sind solche wiederholt an Positions-Mikrometern zur Ausführung gekommen. — Es sei noch bemerkt, dass wir bei Mikrometern, welche nicht mit Registrir-Vorrichtung versehen waren, mehrfach einen Theil des zur Beleuchtung der Fäden erforderlichen Lichtkegels mit gutem Erfolg zur Beleuchtung der Scheiben der Mikrometerschraube von innen heraus verwandt haben, wobei die Ablesung durch eine feste Loupe geschieht. In ähnlicher Weise werden die Mikroskope des Positionskreises beleuchtet, Mikroskope mit auf Glas photographirten Nonien im gemeinschaftlichen Focus des Oculars und des Objectivs, die Hr. F. O. Möller, Wedel, in vorzüglicher Reinheit nach unserem in 20 facher Vergrößerung gezeichneten Original hergestellt hat.

## Ueber einen neuen Zeichnungs-Apparat (Embryograph).

Von

Prof. Dr. E. Hartnack in Potsdam.

Für manche Zwecke der Naturforschung ist es erwünscht, genaue Contour-Zeichnungen bei schwachen Vergrößerungen zu entwerfen und dabei die Vergrößerung so zu beherrschen, dass man leicht von einem gegebenen Maassstab zu einem anderen übergehen kann. Die bisherigen in der Mikroskopie angewandten Zeichnungs-Apparate haben, selbst bei Benutzung der schwachen Objectivlinsen, kaum erlaubt, unter die 20 malige Vergrößerung herabzugehen; auch war die Festhaltung bestimmter Maassstäbe, wenn auch vermöge der Tubusverschiebbarkeit nicht unmöglich, so doch jedenfalls nicht bequem zu erreichen. — Vor einiger Zeit hat nun Prof. His in Leipzig die Zusammenstellung eines Zeichnungsapparates veröffentlicht<sup>1)</sup>, die erlaubte den Vergrößerungs-Maassstab willkürlich von 4 bis zu 40 zu variiren. Er hat nämlich die Oberhäuser'sche Camera mit einem kleinen photographischen Objectiv derart combinirt, dass diese beiden Stücke an einer 60 cm langen, mit Theilung versehenen Triebstange in beweglichen Hülsen hin- und hergeschoben werden und ihr gegenseitiger Abstand innerhalb ziemlicher Breite verändert werden kann. Der Fuss der Triebstange trägt den gleichfalls verschiebbaren Objecttisch und unter diesem einen Mikroskopspiegel; als Zeichnungsfläche dient eine Glasplatte, welche auf einem neben der Triebstange befindlichen Gestelle ruht. Diesen Zeichnungs-Apparat, den Prof. His durch vieljährigen Gebrauch wohl erprobt hatte, habe ich eine compendiösere Form zu geben und zugleich seine Vergrößerungsbreite noch mehr auszudehnen gesucht. Ich habe dies erreicht, indem

<sup>1)</sup> His, Anatomie menschlicher Embryonen, Leipzig 1880, S. 8.

ich für die schwächeren Vergrößerungen ein anderes Objectivsystem herstellte, als für die stärkeren; es wurde dadurch möglich, die Höhe des Apparates um ca. ein Drittel<sup>7</sup> zu vermindern.

Die beistehende Figur zeigt den montirten Apparat. Die auf einem Fussbrett aufgeschraubte Metallsäule *S* trägt nahe an der Basis den Spiegel und darüber an



einer durch Trieb verschiebbaren Hülse den Objecttisch. Die obere Endstellung des letzteren wird durch einen Kranz der Säule bestimmt, über den hinaus die Hülse nicht gehoben werden kann. In der Säule durch eine Schraube festgeklemmt ist die prismatische, in Millimeter getheilte Triebstange, auf welcher durch Triebe der Objectivträger und der Prismenträger auf- und abwärts bewegt werden können. Als Zeichnungsfläche dient die matte Glasplatte *G*, welche auf dem nebenstehenden Kasten in passender Höhe angebracht ist.

Alle Theile des Apparates können in dem Innern des 38 cm langen, 22,5 cm breiten und 9,5 cm hohen Kasten untergebracht werden. Zu dem Behuf wird die

Triebstange aus der Säule herausgehoben und letztere vom Fussbrett losgeschraubt. Während das Fussbrett mittels Schlittenverschiebung unter den Kasten gerückt werden kann, finden Triebstange und Säule in der einen, *Camera lucida*, Systeme und der losschraubbare Objecttisch in der anderen Abtheilung des Schubkastens Raum; über dem Holzdeckel der einen Abtheilung lässt sich die von einem Holzrahmen umschlossene matte Glastafel unterbringen.

Hinsichtlich der Verwendbarkeit des eben beschriebenen Apparates schreibt mir Prof. His Folgendes: „Der Zeichnungs-Apparat ist auch in der neuen Form, die Sie ihm gegeben haben, durchaus leistungsfähig und er erlaubt innerhalb der Grenzen von 4 bis 70 facher Vergrößerung correctes sowohl als bequemes Arbeiten. Ueber die Handhabung gebe ich Ihrem Wunsche gemäss einige Notizen. Dem Gebrauch hat die Feststellung der Vergrößerungsnorm voranzugehen, wobei ein in halbe Millimeter getheilter Maassstab als Object benutzt wird. Der Objecttisch wird dabei in seine oberste Stellung geschraubt, und Objectiv und Prismen werden so lange verschoben, bis das auf die Glasplatte projecirte Bild genau die gewünschte Vergrößerung zeigt. Meine Tabelle ergiebt folgende Zahlen:

| Vergrößerung. | Oberer Rand<br>des<br>Objectivträgers<br>bei | Oberer Rand<br>des<br>Prismenträgers<br>bei | Durchmesser<br>des<br>brauchbaren<br>Gesichtsfeldes |
|---------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|               | mm                                           | mm                                          | mm                                                  |
| System 0      | 4                                            | 265                                         | 32                                                  |
|               | 5                                            | 216                                         | 25                                                  |
|               | 8                                            | 115                                         | 20                                                  |
|               | 10                                           | 100                                         | 15                                                  |
|               | 15                                           | 83                                          | 11                                                  |
| System 1      | 15                                           | 13                                          | —                                                   |
|               | 20                                           | 12                                          | —                                                   |
|               | 25                                           | 11                                          | 8,5                                                 |
|               | 30                                           | 11                                          | —                                                   |
|               | 40                                           | 11                                          | —                                                   |
|               | 50                                           | 10                                          | —                                                   |
|               | 60                                           | 10                                          | 3                                                   |
| 70            | 10                                           | —                                           |                                                     |

Das schwächere System wird an der oberen, das stärkere an der unteren Seite des Ringes angeschraubt. Um die Vergrößerung 4 zu erreichen, muss der Objecttisch um 20 mm von seiner Endstellung nach abwärts verschoben werden; ferner ist es, um das volle Gesichtsfeld auszunützen, bei den Vergrößerungen 4 und 5 nöthig, den Objecttisch von seinem Ring abzuschrauben und den letzteren allein als Tisch zu benutzen. Die Oeffnung des Objecttisches beträgt nämlich nur 20 mm. — Obige Zahlen werden sich für verschiedene Augen etwas ändern, auch ist es für kurzsichtige oder übersichtige Augen nöthig, sich immer derselben Brille zu bedienen, wie denn überhaupt eine häufige Controle der einmal festgestellten Zahlen für die Sicherheit des Arbeitens sehr zu empfehlen ist.

Ist die gewünschte Vergrößerung eingestellt, so wird an Stelle des Maassstabes der zu zeichnende Gegenstand auf den Objecttisch gebracht und die scharfe Einstellung ausschliesslich durch Verschieben des letzteren bewerkstelligt. Um im

Bilde scharf zu erscheinen, muss nämlich der Gegenstand in die Ebene gerückt werden, in der zuvor die Striche und Zahlen des Maassstabes sich befanden. Ist dies bei unveränderter Stellung des Objectiv- und Prismenträgers erreicht, so muss, da der Abstand der abzubildenden Fläche vom Objectiv derselbe ist wie zuvor, auch die vergrößernde Leistung des Gesamt-Apparates dieselbe geblieben sein. Selbstverständlich ist es wichtig, dass die zum Apparat gehörigen Objective genau aplanatisch sind, dass sie mit anderen Worten in allen Abschnitten des Gesichtsfeldes eine gleich correcte Zeichnung geben. Die Prüfung lässt sich mit Hilfe einer in Quadrate getheilten Platte machen, oder noch einfacher dadurch, dass man die Zeichnung eines Maassstabes in zwei zu einander senkrechten Stellungen entwirft. Soll das Objectiv brauchbar sein, so müssen in der Zeichnung die Theilstriche alle in gleichen Abständen von einander stehen.

Das Princip der verschiedenen mikroskopischen Zeichen-Apparate und so auch das der Oberhäuser'schen Camera ruht bekanntlich darin, dass das Bild der Zeichnungsfläche und das des zu zeichnenden Objects im beobachtenden Auge zur Deckung gebracht werden. Man wird dadurch in den Stand gesetzt, mit dem Stifte das anscheinend auf der Zeichnungsfläche projectirte Objectbild zu umschreiben. Sollen die Bilder des Zeichenstiftes, beziehungsweise der bereits entworfenen Contouren und dasjenige des Objects gleichzeitig gut gesehen werden, so dürfen sie in den Lichtstärken nicht allzusehr von einander differiren, weil sonst das lichtarme Bild im lichtstarken nicht zur Geltung gelangt. In der richtigen Abstufung der beiderseitigen Lichtstärken liegt die Hauptschwierigkeit für den Anfänger im Zeichnen.

Einige Übung bringt hier bald die nöthige Gewandtheit. Ist bei durchsichtigen Objecten das Objectbild zu lichtstark, so wird durch Seitwärtsstellung des Spiegels oder durch Anwendung fertiger Gläser Abhülfe geschafft; die zu starke Beleuchtung der Zeichnungsfläche kann durch Vorstellen eines verschiebbaren Schirms oder in vielen Fällen schon durch blosses Vorhalten der Hand beseitigt werden. — Opaque Objecte bedürfen im Allgemeinen einer kräftigeren auffallenden Beleuchtung, um so mehr natürlich, bei je stärkerer Vergrößerung sie gezeichnet werden sollen. Directes Sonnenlicht oder das durch eine grosse Convexlinse gesammelte Licht einer guten Lampe sind je nach Umständen mit zu Hilfe zu ziehen. Störend wirken natürlich allenfallsige Oberflächenspiegelungen. Opaque Objecte sind demnach am besten unter Flüssigkeit zu zeichnen. Ich habe mir, um Embryonen, die mein Hauptobject bilden, zu zeichnen, in schwarze Glas- und in Marmorplatten matte Ausschliffe von verschiedener Tiefe (5—20 mm) machen lassen, die in dem Ausschliff liegenden Embryonen werden mit Alkohol bedeckt und eine dünne Spiegelglasplatte derart übergeschoben, dass keine Luftblasen im Ausschliff zurückbleiben. Ist es nöthig den Embryo in einer bestimmten, mehr oder weniger labilen Stellung festzuhalten, so kann dies durch passend gebogene kleine Glasstreifen erreicht werden.

Obige Andeutungen mögen genügen, auch dem Unerfahrenen die Handhabung des neuen Zeichnungs-Apparates zugänglich zu machen, und ich will nur wünschen, dass er in der zierlichen und bequemen Form, die Sie ihm gegeben haben, viele Freunde erwerben und sich anderen Forschern ebenso nützlich erweisen werde wie mir selbst.“

## Studien über Waagemanometer.

Von

Dr. Paul Schreiber in Chemnitz.

### II. Schon vorhandene Anwendungen des Grundprincipes.

Während die Waagebarometer schon vielfach in praktischer Anwendung vorhanden sind, hat, so viel ich weiss, das System der Waagemanometer bis jetzt nur bei meinem Hamburger Barothermographen Verwendung gefunden und zwar als registrierendes Instrument.

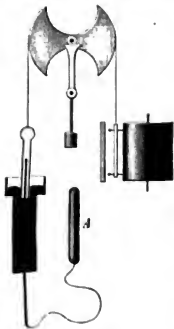


Fig. 2.

In Fig. 2 haben wir das Instrument in seinen wesentlichsten Zügen zur Darstellung gebracht. Es ist hier *A* ein Kupfergefäß von beiläufig 5 Liter Inhalt, welches ein Luftthermometer mit nahezu constantem Volumen darstellt. Dieses Gefäß ist mit einem Waagemanometer verbunden, durch welches beständig die Differenz des Druckes im Thermometergefäß und dem Barometerstand registriert wird.

Dieser relative Manometerstand ist eine Function von der Temperatur der Luft im Gefäß *A*, vom Luftdruck und der Temperatur des Manometers selbst, und wird man, wenn

$$h = f(t, \tau, b)$$

ist, umgekehrt auch aus *h*,  $\tau$  und *b* die Temperatur *t* der Luft im Gefäß *A* berechnen können. Die Theorie, wie sie in Carls Rep. XV. S. 230 ff. ausführlich dargelegt ist, ergab bei dem Hamburger Instrument die Beziehung

$$t = -1.34x + 3.956 \Delta b - 0.0091 \Delta b x + 0.0026 x^2 - 0.0776 \tau + 0.0012 x \tau,$$

worin *x* die Ordinate des Thermogrammes,  $\Delta b$  die Abweichung des Luftdruckes von einem bestimmten normalen Werth und  $\tau$  die Temperatur des Manometers bedeuten. Als Einheiten sind hier für die Ordinaten und den Barometerstand Centimeter gewählt.

Man sieht aus dieser Formel, dass die Bewegung des Rohres um 1 Centimeter einer Aenderung der Temperatur des Gefäßes *A* um  $1.34^\circ\text{C}$  entspricht, dass demnach die Länge von  $1^\circ = \frac{1}{1.34} = 0.75$  cm beträgt. Die Aenderung des Barometerstandes um 1 Centimeter erzeugt eine Bewegung, welche eine Abnahme der Temperatur um nahe  $4^\circ$  hervorbringen würde. Der Einfluss der inneren Temperatur (die des Manometers  $\tau$ ) ist sehr gering; eine Temperaturänderung des Manometers um  $1^\circ\text{C}$  ist gleichbedeutend mit  $0.08^\circ$  Aenderung der Temperatur in *A*.

Wie die Theorie lehrt, hängt der Einfluss der inneren Temperatur von dem Verhältniss des Volumens der Luft im Manometer zu dem der ganzen Luft ab. Ist das Gefäß *A* sehr gross gegenüber dem Hohlraum der Glocke, so können Schwankungen um einige Grade in der inneren Temperatur vernachlässigt werden. Würde das ganze Volumen der Luft zehnmal so gross sein als der Hohlraum der Glocke, so würden  $10^\circ\text{C}$  Fehler in der inneren Temperatur die äussere Temperatur nur um  $1^\circ\text{C}$  falsch ergeben.



Man sieht, dass auf diese Weise der Einfluss der inneren Temperatur unmerklich klein gemacht werden kann.

Was nun das Manometer des Hamburger Instrumentes als solches betrifft, so sind hier

$$B = 7.6 \text{ qcm} \quad C = 6.1 \text{ qcm} \quad D = 2.0 \text{ qcm} \quad E = 77.5 \text{ qcm}.$$

Man erkennt, dass hier  $Q = B - C = 1.5 \text{ qcm}$  als klein gegen  $E$  angesehen werden kann, also der Fall vorliegt, den wir in der Theorie vorausgesetzt hatten.

Wir finden demnach die

$$\text{Bewegungsgrösse} = 6.1 : 1.5 = 4.1 \text{ cm}$$

und die

$$\text{bewegende Kraft} = 6.1 \times 13.6 = 83 \text{ gr.}$$

Wenn also keine Reibungswiderstände vorhanden sind, so wird die Glocke sich um 4.1 cm heben, wenn der relative Druck in der Glocke um 1 cm Quecksilbersäule zunimmt. Dagegen wird dieselbe Zunahme des Druckes bei festgehaltenem Rohr dasselbe mit einer Kraft von 83 g zu bewegen streben. Die genaue Rechnung ergab

$$y = 0.2418 x - 0.00076 \tau - 0.000044 x \tau$$

worin  $y$  den relativen Manometerstand,  $\tau$  die Temperatur des Manometers und  $x$  die Abweichung der Stellung der Glocke von derjenigen bedeutet, welche bei  $y = 0$  und  $\tau = 0$  stattfindet.

Um die Reibungswiderstände möglichst klein zu machen sind die Glocke und das Gegengewicht mittels Stahlband an einem Balancier von 800 mm Durchmesser angehängt, dessen Axe von ungefähr 15 mm Durchmesser auf einer Frictionsrolle aufruhet. Diese Frictionsrolle hat auch nahe 800 mm Durchmesser und ruht mit einem möglichst dünnen Zapfen in einem Lager von Phosphorbronce. Vor dem Herunterfallen schützen den Balancier zwei stählerne Backen. Die Frictionsrolle stellt mehr einen abgerundeten Stab dar, welcher durch ein Gegengewicht in indifferentes Gleichgewicht gebracht ist. Wegen der näheren Einrichtung muss ich auf meine früheren Publicationen verweisen.

Da die Reduction der Registrirungen nur ausgeführt werden kann, wenn der Barometerstand und auch die innere Temperatur bekannt sind, so sind bei dem Hamburger Instrument mit dem in Fig. 2 skizzirten Instrumente noch die in Fig. 3 und 4 dargestellten verbunden.

Das Instrument 3 ist das sogenannte innere Thermometer. Es ist einfach eine mit Luft gefüllte Röhre, welche mit dem unteren offenen Ende in Quecksilber getaucht und leicht beweglich aufgehängt ist. Die Bewegung dieses Instrumentes ist eine Function der inneren Temperatur und des Barometerstandes. So wie der letztere bekannt ist, wird man aus den Aufzeichnungen dieses Instrumentes den Gang der inneren Temperatur herleiten können.

Der Barograph in Fig. 4 unterscheidet sich von allen ähnlichen Instru-

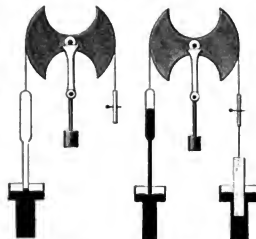


Fig. 3.

Fig. 4.

menten dadurch, dass die Röhre am Balancier mit Frictionsrolle gehängt ist und dass das Gegenwicht einen eisernen Cylinder trägt, welcher in Quecksilber eingetaucht ist. Dadurch ist die Stabilität des Gleichgewichtes und zugleich die Proportionalität der Bewegung der Röhre mit den Aenderungen des Luftdruckes erreicht. Es erfordert ja ein oben weites und unten enges Rohr ein veränderliches Gegengewicht, wenn das Gleichgewicht stabil sein soll. Ich hatte Anfangs grosse Bedenken, dass das Gegengewicht bei der Bewegung im Quecksilber grosse Widerstände erfahren würde. Man wird sich erinnern, dass seit Secchi alle Constructeure von Waagebarographen die Röhre in eine Spitze münden lassen, ganz ausdrücklich um die Reibungswiderstände zu vermindern. Es hat dies wohl jeder gethan in dem guten Glauben, dass der erste darüber wirklich Versuche angestellt hat. Der Erfolg hat nun gezeigt, dass die Einstellung des Barographen besser ist, als dies erwartet werden konnte. Ich habe dies schon ausführlich in meiner Abhandlung in Carl's Repertorium XIV S. 649 ff. nachgewiesen. Hier waren alle möglichen Bewegungen durch Auflegen von Gewichten, Aenderungen der Quecksilbermengen etc. hervorgebracht worden. Wären grosse Reibungswiderstände vorhanden, so müssten dieselben eine Unsicherheit der Einstellung bewirken derart, dass wenn das Rohr durch Druck von aussen gesenkt und dann losgelassen worden ist, es wesentlich tiefer sich einstellen müsste, als wenn es vorher gehoben worden wäre. Die circa 114 Vergleichen lassen nun zwar derartige Abweichungen der Stellung von der berechneten erkennen, jedoch sind dieselben derart, dass man durch das Instrument den Fehler im Barometerstand wohl nie grösser als etwa  $\pm 0.3$  mm bekommen wird und dürfte auch dieser Fehler nur durch ein Zusammenwirken der sämtlichen ungünstigen Einflüsse bewirkt werden. Ich muss wegen der Einzelheiten dieser Versuche auf meine oben erwähnte Abhandlung verweisen.

Nur auf einen Punkt möchte ich hier nochmals besonders aufmerksam machen. Wir haben mehrere deutsche Zeitschriften, welche sonst jede Kleinigkeit auf dem Gebiete der technischen und physikalischen Erfindung bringen, namentlich wenn sie von einem Ausländer herrühren. Die meisten haben von meinem Barothermographen und namentlich von dem Waagemanometer gar keine Notiz genommen, nur die Meteorol. Zeitschrift bringt eine kurze Notiz über meine Abhandlungen, berührt aber dabei die über das Waagebarometer gar nicht. Ich muss also hier nochmals darauf hinweisen, dass bei der von mir gegebenen Einrichtung es möglich ist, am fertigen Instrument in kurzer Zeit, einfach durch Auflegen von Gewichten und Beobachtung der dadurch hervorgebrachten Bewegungen, die zur Aufstellung der Reductionsgleichungen nöthigen Constanten auch bei absolut unveränderlichem Barometerstand in wenig Stunden zu bestimmen. Ich bedarf also keiner vergleichenden Beobachtungen, bei welchen man oft lange auf die nöthigen Druckschwankungen warten muss. Ich sollte meinen, es wäre dies eine Errungenschaft, die man nicht klein schätzen sollte.

Ja wer lange genug sich mit dem Apparat beschäftigen kann, wird in wenig Tagen oder Wochen im Stande sein, alle Caliberfehler der Röhre in Rechnung zu ziehen, die Grösse der Reibungswiderstände zu bestimmen, und so die Mittel haben, durch Anbringung dieser Correctionen die grösstmögliche Genauigkeit zu erzielen und das alles durch Prüfung des Instrumentes durch sich selbst auf Grund einer Theorie.

Ich erinnere hier an die praktische Astronomie. Wodurch hat dieselbe es zu einer so grossen Sicherheit der Beobachtung gebracht? Hätte man es hier so gemacht, wie es meist in der Meteorologie geschieht, dass man ein Instrument willkürlich als Normalinstrument ansieht, andere damit vergleicht und nun anfängt zu beobachten, so würde man heut noch nicht weit sein. Heut aber zergliedert der Astronom sein Instrument, entwickelt sich eine Theorie, auf Grund deren er die durch noch so grosse Kunstfertigkeit des Mechanikers nicht zu beseitigenden Fehler und die Constanten durch Beobachtungen am Instrument selbst bestimmt und die Fehler so unschädlich macht. So wird z. B. am Passageninstrument Fadendistanz, Abweichungen vom Meridian, Axenneigung, Verschiedenheit der Zapfenstärke etc. etc. ohne Zuhülfenahme eines Normalpassageinstrumentes bestimmt.

Ich habe nun gezeigt, wie man dies bei dem wichtigsten Instrument der Meteorologie auch ähnlich machen kann und das wichtigste meteorologische Organ nimmt einfach keine Notiz davon.

Dass die Einstellung meines Barographen eine merkwürdig gute ist, habe ich auch bei der Neuaufstellung des Instrumentes im neuen Gebäude der deutschen Seewarte beobachten können, trotzdem der Balancier nahe 5 g brauchte, um in lebhafte Bewegung versetzt werden zu können. Es wurde nahezu während eines ganzen Tages die Röhre nach jeder Markirung gehoben oder gesenkt und dann langsam in die Gleichgewichtslage zurückgelassen, und zeigte sich absolut keine Abhängigkeit der Differenzen mit einem guten Heberbarometer (System Köppen) von der Art dieser Manipulation.

Ueberhaupt habe ich zu meiner grossen Freude von Herrn Geheimrath Neumayer gehört, dass der Apparat zur grossen Zufriedenheit functionirt und dass die Reductionen, trotzdem dass bei dem äusseren Thermometer Barometerstand und innere Temperatur zu berücksichtigen sind, mindestens ebenso rasch sich ausführen lassen, als bei den anderen Instrumenten der Seewarte (Hipp). Auch das Bedenken, dass das Thermometergefäss die Temperaturänderungen nicht rasch genug annehmen würde, hat sich als grundlos erwiesen.

Mir scheint aus allen den gehörten Aeusserungen der Herren der Seewarte hervorzugehen, dass der erste Versuch der Einführung der Waagemanometer zur Registrirung meteorologischer Vorgänge deren grossen praktischen Nutzen gezeigt hat und ich bin überzeugt, dass die Zeit die Vortheile dieser Systeme immer mehr in den Vordergrund stellen wird.

### III. Vorversuche zu anderweitigen Verwendungen des Grundprincipes und deren Ergebnisse.

In meiner schon oft erwähnten Abhandlung über das Waagemanometer im 15. Band von Carl's Repertorium habe ich einen Vorschlag gemacht, der bis jetzt keine Beachtung gefunden zu haben scheint, nämlich das ganze bisherige System der Barometerbeobachtungen zu verlassen und dafür auch bei directen Beobachtungen des Luftdruckes das Waagesystem anzuwenden. Ich halte es für möglich, bloss aus dem Gewicht einer vorher mit grosser Sorgfalt ausgewogenen Röhre die Grösse des Luftdruckes zu bestimmen, ohne die übliche mit grossen Mängeln behaftete Messung der Höhe der Quecksilbersäule vorzunehmen. Ich hoffe in nicht zu langer

Zeit einmal ein derartiges Instrument zusammenstellen zu können und so die Ausführbarkeit meiner Idee nachzuweisen. Was die Einrichtung eines derartigen Apparates betrifft, so denke ich mir das Barometerrohr an der einen Schneide eines guten Waagebalken, wie er für physikalische Waagen bis etwa 10 kg Belastung angewendet wird, angehängt, während die andere Schneide eine gewöhnliche Waageschale trägt. Es kann der Balken mit Spiegel und Scalenfernrohr versehen sein, kurz das ganze Instrument soll so eingerichtet sein, dass es mit der möglichsten Schärfe das Gewicht der Röhre zu ermitteln gestattet. Der Vortheil einer derartigen Einrichtung ist einleuchtend. Zunächst werden hier die Kathetometermessungen auf die Auswägung der Röhre beschränkt, während bei der eigentlichen Bestimmung des Luftdruckes einfach durch Gewichte das ungefähre Gleichgewicht hergestellt wird und etwa noch eintretende kleine Ausschläge durch die Spiegelablesung ermittelt werden.

Man kann dann rasch hintereinander eine grosse Reihe von Ablesungen machen, wobei man zwischen jeder Ablesung das Instrument bewegt, um so die Reibungseinflüsse und Beobachtungsfehler durch die grosse Zahl der Beobachtungen und Vereinigung derselben zum Mittel zu eliminiren. So wie erst die Gewichte ungefähr zusammengestellt sind, genügt ein Blick in das Fernrohr, um eine Beobachtung zu machen.

Man stelle sich diesem Vortheil gegenüber der Umständlichkeit kathetometrischer Messungen des Luftdruckes vor.

Ein Vortheil, der weiter nicht genug hervorgehoben werden kann, ist der, dass das Barometer dabei vor jeder Berührung mit dem warmen Körper geschützt werden kann. Dasselbe kann von mehrfachem Gehäuse umgeben sein, welches nur ein Loch für Durchlassung des Aufhängedrahtes haben muss. Wie scharf lässt sich dann die Temperatur des Barometers selbst bestimmen gegenüber der Unsicherheit bei den grossen Massen unserer jetzigen Normalbarometer.

Und was den Preis betrifft, so wird ein derartiges Instrument bei gleicher Güte wesentlich billiger sein, als ein kathetometrisches Instrument.

Es liessen sich noch viele anderweitige Momente erwähnen, welche alle zu Gunsten einer Veränderung des ganzen barometrischen Principes sprechen.

Was von den Barometern gilt, hat natürlich genau so seine Anwendbarkeit auf die Manometer.

Ein derartiges Instrument habe ich wirklich probeweise mit den einfachsten Mitteln, wie sie im physikalischen Laboratorium der Königl. technischen Lehranstalten sich vorfinden, zusammengestellt und gebe hier absichtlich eine bildliche Darstellung, um zu zeigen, mit wie wenig Kosten sich der Physiker ein Instrument herstellen kann, das er auf die gewöhnliche Weise kaum ohne Beihülfe eines Mechanikers mit ähnlicher Empfindlichkeit würde sich beschaffen können.

Wir finden das Instrument in Fig. 5 in  $\frac{1}{10}$  der natürlichen Grösse dargestellt.

*AB* ist der Waagebalken einer kleinen Waage für 1 kg Belastung und Angabe von 0.01 g auch bei der grössten Belastung, wie dieselbe sich u. A. in dem Preisocourant von Schickert Nr. 17 aufgeführt findet. Der Balken ist ausserordentlich fest gebaut, so dass eine Abnahme der Empfindlichkeit mit der Belastung nicht nachweisbar ist und hat eine Länge von 412 mm. Die Zunge hat die Länge eines Armes der Waage und ist die Theilung, vor welcher dieselbe spielt, einfach

eine Millimetertheilung. 0.1 g bewirken einen Ausschlag von 2.5 mm an der Zungenscala, also eine Senkung der Schneide auch um 2.5 mm, demnach 0.01 g um  $\frac{1}{4}$  Scalenthail, eine durchaus noch scharf angebbare Grösse. Der Balken ruht in einer aus zwei unter ca. 30° geneigten Ebenen bestehenden Pfanne auf einer eisernen Säule. Aehnliche Pfannen bilden auch die Gehänge der Schalen, womit dieselben auf die Seitenschnitten gelegt sind. Da die Zungentheilung 10 mm nach beiden Seiten ausgedehnt ist, wird die Waage auf einer Seite aufsitzen, wenn die Belastungsdifferenz noch 0.5 g beträgt. Bei A ist die Schale abgenommen und statt dessen die Glocke C angehängt. Dieselbe besteht aus einem weiten Glasrohr von 31.1 mm äusserem und 27.0 mm innerem Durchmesser und hat demnach etwas mehr als 2 mm Wandstärke. Diese Röhre wurde oben ausgezogen und mit Wachs kitt in ein Stück Messingrohr eingekittet, welches oben verschlossen und mit einem Haken versehen worden war. Die Verbindung mit dem Schneidengehänge bildete ein passend langer starker Kupferdraht.

Um die verticale Stellung der Röhre beim Schwimmen in Quecksilber zu erzielen, wurden an die Röhre bei D zwei aus einer Korkplatte herausgeschnittene Stücke mit Siegellack angekittet und an diesen zwei Glasröhren von ungefähr 6 mm Durchmesser ebenfalls mit Siegellack befestigt. An diesen sitzt der Ring E aus Zinkblech. Es sind die Glasröhren unten aufgeblasen, durch Löcher in den Ring gesteckt und ebenfalls mit Siegellack befestigt worden. Auf den Zinkblechring können die nöthigen Gewichte in Gestalt von Ringen aus Bleirohr aufgelegt werden.

Als Gefäss diente ein weiter Glaszylinder von 90 mm lichter Weite, in den ein Lampencylinder von 46 mm Oeffnung mit einer Korkplatte bei F eingesetzt war. In den Cylinder ist unten ein Kork eingesetzt, durch welchen das Zuleitungsrohr G geht. Die Dichtheit der Korkes wurde durch Verstopfen der grösseren Oeffnungen mit Werg und nachheriges Eingiessen von Wachs kitt (Wachs und Colophonium) erreicht.

Auf dem Waagebalken wurde ein guter Silberspiegel einfach durch Ankleben mit Siegelwachs an die Correctionsschrauben befestigt und die Stabilität des Gleichgewichtes der Waage, sowie die normale Empfindlichkeit derselben durch Umwickeln der Zunge mit Bleidraht wieder hergestellt. Als Ablesefernrohr diente ein gewöhnliches Fernrohr mit Fadenkreuz von Steide in Dresden und als Scala ein Stück käuflichen Skizzirpapiertes mit Millimetertheilung von Schleicher und Schüll. Das Fernrohr befand sich in einer Entfernung von 3.34 m und wurde übereinstimmend durch Rechnung, wie durch vergleichende Beobachtung gefunden, dass 1 pars (1 cm) Spiegelablesung entspricht einer Bewegung der Glocke um 0.308 mm.

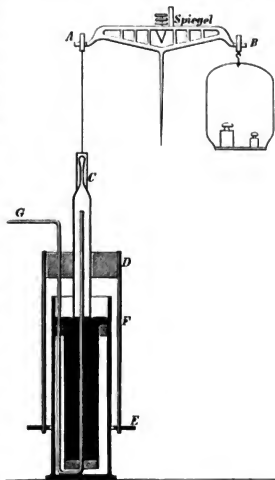


Fig. 5 ( $\frac{1}{2}$  nat. Gr.).

Im Fernrohr konnten nun  $\frac{1}{4}$  Millimeter der Spiegelscala also 0.025 partes abgelesen werden, so dass demnach die Stellung der Röhre auf 0.008 mm genau bestimmt werden konnte.

Ich hatte anfangs die Spiegelablesung nicht in das Auge gefasst, weil ich glaubte, dass die Einstellung eines schwimmenden Körpers in Quecksilber nicht sicher genug stattfinden würde. Um ein Urtheil darüber zu erhalten, befestigte ich zunächst eine unten zugeschmolzene Röhre in einem ebensolchen Gehänge wie *DE* (Fig. 5) an der Waage und brachte die Waage zum Einspielen, während die Röhre weit in das Quecksilber tauchte.

Es betrug der Durchmesser der Röhre 17 mm, die Länge des eintauchenden Theiles schwankte zwischen 110 und 130 mm. Das Gefäss, welches das Quecksilber enthielt war derselbe Cylinder von 90 mm Weite, wie in Fig. 5, nur fehlte darin das Zuleitungsrohr.

Sofort fiel mir die Sicherheit der Einstellung auf. Ich konnte die Röhre schwingen und diese Schwingungen sich von selbst beruhigen lassen, oder sie langsam heben und wieder langsam zurücksinken lassen, oder sie tiefer eintauchen, die Zunge der Waage stellte sich immer genau auf denselben Punkt ein. Ja sogar die Beobachtung der Zunge mit einem stark vergrössernden und mit Fadenkreuz versehenen Fernrohr konnte keine wesentlichen Verschiedenheiten in ihrer Einstellung erkennen lassen. Ich musste demnach die Spiegelablesung anwenden, um die Grenzen, zwischen denen die Einstellung eines solchen schwimmenden Cylinders schwankt, bestimmen zu können.

Ehe ich dazu überging, hielt ich es aber erst für nöthig, die Einstellung der Waage selbst einer näheren Untersuchung zu unterziehen. Da kamen nun allerdings wenig erbauliche Resultate zum Vorschein, wie sie schliesslich von der Waage, die schon einige Jahre wöchentlich ein- oder mehreremale beim Unterricht gebraucht worden ist, deren Schneiden ziemlich verrostet erscheinen etc. nicht anders erwartet werden konnten. Es wurde die Waage zunächst ohne Belastung, bloss die beiden Schalen eingehängt, beobachtet, zum Schwingen gebracht und die Einstellung beobachtet, dann die Gehänge der Schalen abgenommen, wieder aufgesetzt, der Balken auf seiner Pfanne verschoben etc. Da kamen ziemlich bedeutende Abweichungen zum Vorschein, die noch grösser wurden, als nachher die Schalen belastet wurden. Es deutete dies alles darauf hin, dass die Schneiden nicht mehr im guten Zustand sich befanden. Es würde zu weit führen, wenn ich alle diese viele Tage hindurch dauernden Versuche darlegen wollte. Nur eine Beobachtungsreihe sei erwähnt, bei der die Waage so behandelt wurde, wie dies bei den Wägungen stattfindet. Auf beide Seiten der Waage wurden je 500 g gelegt und die Einstellung im Spiegel beobachtet, derart, dass je 5 Paare von Extremstellungen nach einander notirt und die einfachen 5 Mittel aus denselben zu einem Gesamtmittel vereinigt wurden. Dann wurden die Gewichte so weggenommen, dass erst das eine gehoben wurde, wodurch sich die andere Schale aufsetzte und dann das andere. Die starken Schwingungen wurden nun durch Anlegen der Hände beruhigt und abermals 5 Paare von Extremstellungen der unbelasteten Waage beobachtet. Dann erfolgte die Belastung nach demselben Modus wie die Entlastung. Ich gebe die Mittel, die grösste und kleinste Abweichung der Einzelmittel von denselben und die Summe der 5 Abweichungen vom Gesamtmittel ohne Rücksicht auf das Vorzeichen.

| Waage belastet. |         |            |            | Waage unbelastet. |        |        |            |
|-----------------|---------|------------|------------|-------------------|--------|--------|------------|
| Mittel          | Extreme | $\Sigma v$ |            |                   |        |        |            |
| 31.28           | + 0.01  | - 0.02     | $\pm 0.05$ | 30.40             | + 0.03 | - 0.02 | $\pm 0.09$ |
| 30.73           | 2       | 2          | 7          | 50                | 1      | 2      | 5          |
| 31.37           | 2       | 2          | 7          | 47                | 4      | 2      | 9          |
| 31.31           | 0       | 2          | 2          | 59                | 2      | 2      | 6          |
| 31.57           | 3       | 5          | 12         | 58                | 2      | 3      | 8          |
| 30.90           | 1       | 0          | 2          | 43                | 2      | 1      | 4          |
| 31.32           | 3       | 2          | 5          | 41                | 3      | 1      | 6          |
|                 |         |            |            | 45                | 3      | 4      | 10         |
| Mittel 31.21    |         |            |            | 30.48             |        |        |            |

Betrachten wir die Ablesung 31.21 als die wahre bei belasteter Waage, so weichen die einzelnen Bestimmungen bis zu  $-0.47 p$  ab, was bei diesen Versuchen, da hier  $1 p = 0.4 \text{ mm}$  Zungenscala war, eine Abweichung der Einspielung der Zunge um  $0.2 \text{ mm}$  von ihrer wahren Lage bedeutet. Das hat für die Wägung keine Bedeutung, da ja dies einem Fehler von nur  $0.01 \text{ g}$  entsprechen würde und das kleinste Gewicht in dem zur Waage gehörigen Satz  $0.05 \text{ g}$  ist.

Bei unbelasteter Waage sind diese Unsicherheiten der Einstellung wesentlich kleiner.

Diese scheinbar ungünstigen Resultate verwandeln sich aber sofort in günstige, wenn die Anwendung der Waage bei meinen Versuchen in Rücksicht gezogen wird. Die grösste Abweichung bei den vorhergehenden Versuchen hätte durch Auflegen von nur  $0.01 \text{ g}$  auf die Waageschale ausgeglichen werden können. Ich habe nun an der einen Seite einen Cylinder von  $17 \text{ mm}$  Durchmesser, welcher in Quecksilber schwimmt, befestigt. Würde dieser aus dem Quecksilber um nur  $0.2 \text{ mm}$  gehoben, so würde ein Zug von  $0.6 \text{ g}$  entstehen. Da nun der Ausschlag der Waage um höchstens  $0.2 p$  der Zungenscala von der mittleren Einstellung abweicht und dies einer ebenso grossen Höhendifferenz einer Schneide von ihrer mittleren Höhe entspricht, so können wir die Unvollkommenheiten der Waage als verschwindend klein annehmen und werden alle Differenzen in der Einstellung des schwimmenden Cylinders als durch die Einwirkung der Flüssigkeit auf den Cylinder oder Oberflächenbeschaffenheiten der Flüssigkeit bedingt anzusehen sein.

Um einen etwaigen Einfluss der Oberflächenform des Quecksilbers recht hervortreten zu lassen, wurde der Schwimmer von  $17 \text{ mm}$  Durchmesser in einen Glas-cylinder von  $46 \text{ mm}$  lichte Weite gehängt, so dass nur ein Ring von  $14 \text{ mm}$  Breite zwischen beiden Cylindern übrig blieb. Die Eintauchtiefe des Schwimmers betrug nie unter  $200 \text{ mm}$ . Zunächst wurde die Bewegung ermittelt, welche eine Veränderung des Gewichtes auf der Waageschale dem Schwimmer erteilt und fanden sich folgende Resultate:

| Belastung | Zungenablesung | Spiegelablesung | Differenzen |      |
|-----------|----------------|-----------------|-------------|------|
| 200       | + 4.7          | 18.05           | 2.7         | 6.75 |
| 210       | + 2.0          | 24.80           | 2.6         | 6.61 |
| 220       | - 0.6          | 31.41           | 2.8         | 6.87 |
| 230       | - 3.4          | 38.28           | 2.8         | 6.61 |
| 240       | - 6.2          | 44.89           | 2.7         | 6.73 |
| 230       | - 3.4          | 38.35           | 2.7         | 6.74 |
| 220       | - 0.7          | 31.62           | 2.7         | 6.74 |
| 210       | + 2.0          | 24.88           | 2.7         | 6.78 |
| 200       | + 4.7          | 18.10           |             |      |

Die Partes an der Zungenscala können direct als Millimeter Bewegung der Röhre angesehen werden. Demnach folgt im Mittel, dass 10 g die Röhre um 2.72 mm bewegen und dass diese Grösse 6.70 cm der Spiegelscala entspricht. Mit hin ist 1 p Spiegelablesung gleich 0.406 mm und es entspricht 1 p der Spiegelablesung weiter einer Aenderung des Gewichtes des Schwimmers um 1.5 g.

Es erfolgte nun eine Prüfung der Genauigkeit der Einstellung, die, wie die ersten Versuche zeigen, nicht schlecht zu sein schien, indem zunächst die Belastung 210 g mit 230 g gewechselt also ein 20 g-Stück zugelegt und wieder weggenommen wurde. Dann wurden gewaltsame Acte vorgenommen, der Waagebalken hin- und hergeschoben, niedergedrückt, dass das Gehänge der Schale locker wurde, an das Brett gestossen, um zu sehen, ob in dem ganzen Instrumente Quellen der Veränderung enthalten sind. Die Resultate der verschiedenen Einstellungen bei den beiden Belastungen 210 und 220 g sind folgende:

|                      | Belastung 230 g. |        | 210 g.       |
|----------------------|------------------|--------|--------------|
|                      | 38.28            | — 0.06 | 24.80 — 0.04 |
| Abwechselnde         | .35              | + 1    | .88 + 4      |
|                      | .32              | — 2    | .80 — 4      |
| Belastung            | .22              | — 12   | .86 + 2      |
|                      | .42              | + 8    | .86 + 2      |
| Balken verschoben    | .35              | + 1    |              |
|                      | .30              | — 4    |              |
| Gehänge lose gewesen | .42              | + 8    |              |
| Geklopft . . . . .   | .40              | + 6    |              |
| Mittel:              | 38.34            |        | 24.84        |

Das Resultat ist demnach, dass die grösste Abweichung vom Mittel — 0.12 p beträgt, dass demnach die Röhre um 0.05 mm zu tief sich eingestellt hatte. Bei der kleineren Belastung, demnach grösseren Eintauchtiefe, überschreitet die Abweichung der Einstellung nie 0.02 mm. Ich will zu diesen Versuchen weiter bemerken, dass stets der Apparat in Schwingung gebracht und nach Beruhigung derselben die Ablesung vorgenommen wurde. Die Schwingungen waren sehr rasch und dämpften sich nur langsam ab, ich konnte beim Wegnehmen von 20 g über 70 Schwingungen von einer grösseren Amplitude als 0.1 p Spiegelscala zählen. Um die vollständige Abwesenheit von Reibungswiderständen nachzuweisen, habe ich noch weitere Versuche angestellt. So wurde eine Spirale aus sehr dünnem Kupferdrath an einem Coconfaden befestigt und konnte ich die Spirale vom Fernrohr aus heben und senken. Ich liess die ziemlich lange aber nur 0.2 g schwere Spirale ganz langsam auf die Waageschale nieder und konnte deutlich von dem Moment der ersten Berührung bis zur vollständigen Auflage die den Gewichten entsprechende Verschiebung der Scala im Spiegel beobachten. Genau dasselbe zeigte sich, wenn die Spirale wieder abgehoben wurde. Diese Bewegungen konnten noch so langsam sein, so dass alle Stösse entschieden vermieden waren, es äusserte sich auch die geringste Gewichtsänderung im Fernrohr. Weiter wurde eine sehr enge Capillare aus Glas in das Gefäss gesenkt und mit einer Flasche verbunden, von der aus ein Gummischlauch nach dem Fernrohr ging. Das geringste Saugen, wodurch das



Quecksilber in die Capillare eintrat, wurde ebenso sofort in dem Fernrohr bemerklich. Daraus scheint mir hervorzugehen, dass man von Reibungswiderständen wie bei der Bewegung eines festen Körpers an einem anderen nicht reden kann. Das Quecksilber haftet an dem Rohr fest und wickelt sich bei dem Herausziehen von demselben ab. Reibung entsteht nur durch die Bewegung im Quecksilber und folgt aus den Gesetzen dieser Reibung, dass sie mit der Geschwindigkeit auch gleich Null wird. Es kann demnach durch die Reibung im Quecksilber nur die Einstellung langsamer gemacht, nie aber die Schärfe derselben vermindert werden. Alle Differenzen in der Einstellung können daher nur in einer Aenderung in der Oberfläche des Quecksilbers begründet sein.

Um diese Resultate noch mehr zu prüfen, wurde an dem tiefsten Theil des Schwimmers ein Kork von 32 mm Durchmesser und 30 mm Länge durch Ankitten mit Wachskitt befestigt. Die Oberfläche des Korkes war porös, rau, so wie sie durch Abrunden eines dickeren Stöpsels mit einer Raspel erhalten wird.

Als der Schwimmer jetzt in das Quecksilber und die Waage zum Einspielen gebracht worden war, zeigte sich zunächst eine grosse Unsicherheit der Einstellung, die aber nur ihren Grund im Eindringen von Quecksilber in die Poren des Korkes und Volumenänderung desselben haben konnte. Nachdem ich die Vorrichtung längere Zeit ruhig hatte stehen lassen, war aber auch diese Unsicherheit verschwunden. Es machte sich nun der Einfluss des Korkes geltend in der raschen Abnahme der Schwingungen; während vorher 70, konnten jetzt nur 40 Schwingungen von Amplituden über 0.1 p im Fernrohr bei derselben Anfangsamplitude beobachtet werden. Aber die Empfindlichkeit war dieselbe, die Drathspirale und das Absaugen des Quecksilbers durch die Capillare brachten dieselbe Wirkung hervor.

Die Genauigkeit der Einstellungen mit dem Kork im Quecksilber zeigen folgende Beispiele:

|                                                 |       |        |
|-------------------------------------------------|-------|--------|
| Ablesung beim Betreten des Zimmers . . . . .    | 27.02 | — 0.02 |
| Einstellung nach Schwingungen wobei abwechselnd | 26.95 | — 9    |
| vorher der Schwimmer gehoben oder eingesenkt    | .98   | — 6    |
| worden war                                      | .98   | — 6    |
|                                                 | 27.10 | + 6    |
|                                                 | .08   | + 4    |
| Allerhand Veränderungen am Instrument, Ver-     | .10   | + 6    |
| schieben der Balken, Lockerung der Gehänge etc. | .06   | + 2    |
|                                                 | .06   | + 2    |
|                                                 | .04   | 0      |
|                                                 | <hr/> |        |
| Mittel                                          | 27.04 |        |

Auch hier beträgt die grösste Abweichung der Einstellung, bei nichts weniger als sorgsamer Behandlung des Apparates, weniger als 0.04 mm.

Ich glaube diese Resultate in Beziehung auf meine Zwecke als sehr günstig bezeichnen zu können. Um so weniger ist dies aber mit den folgenden Versuchen der Fall, bei denen eine unten und oben offene Röhre in dem Quecksilber schwamm. Es hatte diese Röhre 27 mm lichte Weite und 31 mm äusseren Durchmesser, demnach blieb bei Anwendung eines Gefässes von 40 mm lichem Durchmesser ohne

Erweiterung nur ein Ring von 7.5 mm Breite übrig. Trotzdem verhält sich aber die Fläche der inneren Kuppe (6 qcm) zu der des Ringes aussen (9 qcm) wie 1 : 1.5. Hier trat zunächst eine Erscheinung ein, die wohl noch nicht beobachtet worden ist, dass die innere Kuppe um mindestens 1 mm sich über der äusseren halten kann. Wurde nämlich die an der Waage in das Gleichgewicht gebrachte Röhre in das Quecksilber weit eingesenkt und dann langsam wieder in die Höhe gelassen, so bekam das gut gereinigte Quecksilber eine deutlich concave Oberfläche und hielt sich hoch über der äusseren Kuppe. Die Röhre stellte sich natürlich dann sehr tief ein. Das zeigte sich bei einer Röhre von 27 mm innerem Durchmesser.

Wurde umgekehrt das Rohr erst gehoben und dann ganz langsam niedergelassen, so schien die sehr starke convexe Oberfläche innen tiefer zu stehen und die Röhre blieb ziemlich hoch stehen.

Wenn dagegen die Röhre gehoben oder gesenkt und dann einfach losgelassen wurde, sodass sie erst nach längeren Schwingungen, die übrigens sehr rasch abnahmen, sich in das Gleichgewicht einstellte, so war die Stellung in der Mitte, aber keine so scharfe wie bei dem geschlossenen Schwimmer.

Ich gebe hier auch einige Ablesungen. Zuerst die bei Einstellung nach Schwingungen nach erfolgter Hebung oder Senkung, deren Mittel und Abweichungen. Dann folgen die Ablesungen nach Heben und sehr langsamen Niedergelassen ohne Schwingung und endlich die Einstellungen bei Senken und langsamen Aufsteigen.

| Schwingungen | Langsam nieder | Langsam gehoben |
|--------------|----------------|-----------------|
| 27.75 + 0.15 | 28.10 - 0.76   | 25.80 0.00      |
| .60 0        | .20 - 76       | .95 + 15        |
| .60 0        | 29.30 + 44     | 26.00 + 20      |
| .10 - 50     | .40 + 54       | 25.70 - 10      |
| .68 + 8      | .30 + 44       | 25.80 0         |
| .72 + 12     |                | 25.60 - 20      |
| .68 + 8      |                | 25.75 - 5       |
| .72 + 12     |                |                 |
| .50 - 10     |                |                 |
| .65 - 5      |                |                 |
| <hr/> 27.60  | <hr/> 28.86    | <hr/> 25.80     |

Daraus geht hervor, dass unter diesen Umständen, wo also  $E$  nicht viel grösser als  $C$  ist (Bedeutung von  $E$  und  $C$  in der Theorie des Waagemanometers) sich unter besonders ungünstigen Umständen die Röhre um  $1.26 p = 0.5$  mm über der Mittelstellung und sogar  $1.8 p = 0.72$  mm unter derselben einstellen kann.

Es liegt die Vermuthung nahe, dass diese Einstellungsfehler um so kleiner werden, je grösser der Querschnitt des Quecksilbergefässes genommen wird, wenn sie vielleicht auch dadurch nicht ganz weggebracht werden können.

Die so erhaltenen Resultate waren nicht ermuthigend für den Bau des in Fig. 5 dargestellten und schon beschriebenen Instrumentes. Es wurde dies jedoch ausgeführt; ich brachte die Zuleitungsröhre  $G$  mit einer doppelt tubulirten Destillirvorlage von etwa 1 Liter Volumen in Verbindung. Die Oeffnung dieser Vorlage

war im Gasgebläse ausgezogen und ein Glashahn angeschmolzen worden. Die dritte Oeffnung wurde mit einem Wassermanometer verbunden. Das letztere war in der einfachsten Art hergestellt, indem zwei communicirende Glasröhren von ungefähr 6 mm Oeffnung an einem Holzmaassstab befestigt worden waren. Jetzt wurde auch der Maassstab mit dem Fernrohr etwas weiter von dem Spiegel aufgestellt, so dass 1 pars Spiegelablesung wie schon erwähnt äquivalent 0.308 mm Bewegung der Glocke war.

Es folgten nun eine Menge von Vergleichen des Waagemanometers mit dem Wassermanometer, wobei der Druck im Apparat soweit verändert wurde, als dies durch Saugen oder Blasen mit dem Munde möglich war. Es sind weit über 200 derartiger Vergleichen vorgenommen worden, musste aber eine grosse Zahl weggelassen werden, weil eine Verrückung des Fernrohres durch eine Unvorsichtigkeit stattgefunden hatte.

Ehe die Vergleichung mit dem Wassermanometer beginnen konnte, war es nöthig, eine sorgfältige Nullpunktsbestimmung vorzunehmen, also die Stellung der Glocke bei offenem Luftraum zu ermitteln. Es wurde zu diesem Zweck eine ganze Reihe von Ablesungen gemacht derart, dass die Glocke erst niedergedrückt rasch losgelassen wurde, so dass sie eine Reihe von Schwingungen ausführte und nach deren Beruhigung die Ablesung vorgenommen. Dann wurde die Glocke gehoben und schwingen gelassen, und stehen sich stets zwei solcher Ablesungen gegenüber. Ich gebe hier einige Resultate.

| Gehoben      | Gesenkt     |
|--------------|-------------|
| —            | 35.30       |
| 37.00        | 36.40       |
| 37.35        | 36.50       |
| 37.00        | 36.45       |
| 37.20        | 36.40       |
| 37.20        | 36.40       |
| 37.20        | 36.40       |
| 37.20        | —           |
| Mittel 37.20 | 36.26 (40). |

Man sieht, dass bei diesem Satz Beobachtungen Anfangs die Resultate stark abweichen und dann immer gleichmässiger werden, so aber, dass nach einer starken Senkung das Rohr sich um  $0.8 p = 0.30$  mm tiefer einstellt als nach einer starken Hebung. Wahrscheinlich wird man nicht die Mittel, sondern die letzten gleichmässig wiederkehrenden Ablesungen nehmen und wird ihr Mittel als Resultat der ganzen Bestimmung betrachten. Dies würde hier

36.8

liefern und ist diese Zahl auch als Nullablesung angenommen worden.

Demnach soll, wenn der Druck in dem Apparat so gross wie der Luftdruck ist der Strich 36.8 im Fernrohr am Faden desselben stehen. Dabei betrug die Belastung der Waageschale gerade 600 g.

Bei den Vergleichen selbst wurden verschiedene Zwecke zu erreichen gesucht. Zunächst wurden dieselben so angeordnet, dass die Abhängigkeit der drei Variablen: Relativer Manometerstand, Belastung und Ausschlag der Waage mög-

lichst scharf bestimmt werden konnten. Daher wurden die Gewichte geändert und bei jedem Gewicht drei Sätze Beobachtungen vorgenommen bei der mittleren Zungenstellung und dann bei möglichst grossem positiven und negativen Ausschlag. Endlich wurde eine Reihe Beobachtungen gemacht, bei denen das Gewicht von 100 zu 100 Gramm geändert und eine beliebige Zungenstellung gelassen wurde; es wurde hierbei das Instrument abgelesen wie es sich zunächst eingestellt hatte, dann nach Hebung und endlich nach Senkung derselben. Ich will hier einige Beobachtungssätze mittheilen:

| Be-<br>lastung | Spiegel-<br>ableseung | Wasser-<br>manometer | Berechneter<br>Manometerstand | Differenz |                                                 |
|----------------|-----------------------|----------------------|-------------------------------|-----------|-------------------------------------------------|
| 1100 gr        | 37.8                  | — 851.0              | — 851.3                       | + 0.3     | ohne Einwirkung $\pm$<br>gesenkt —<br>gehoben + |
|                | 37.6                  | — 850.0              | — 851.6                       | + 1.6     |                                                 |
|                | 37.8                  | — 850.7              | — 851.3                       | + 0.6     |                                                 |
|                | 38.0                  | — 676.3              | — 680.4                       | + 4.1     |                                                 |
| 1000 -         | 38.4                  | — 677.0              | — 679.8                       | + 2.8     | —                                               |
|                | 39.0                  | — 679.0              | — 679.0                       | 0.0       | +                                               |
|                | 40.7                  | — 503.8              | — 506.1                       | + 2.3     | $\pm$                                           |
| 900 -          | 40.9                  | — 504.0              | — 505.8                       | + 1.4     | —                                               |
|                | 41.5                  | — 504.7              | — 505.0                       | + 0.3     | +                                               |
|                | 40.9                  | — 333.8              | — 335.2                       | + 1.4     | $\pm$                                           |
| 800 -          | 41.2                  | — 334.0              | — 334.8                       | + 0.8     | —                                               |
|                | 41.5                  | — 334.5              | — 334.4                       | — 0.1     | +                                               |
|                | 39.9                  | — 164.6              | — 166.1                       | + 1.5     | $\pm$                                           |
| 700 -          | 40.3                  | — 164.3              | — 165.6                       | + 1.3     | —                                               |
|                | 41.3                  | — 164.8              | — 164.2                       | — 0.6     | +                                               |
|                | 35.2                  | — 0.2                | — 2.1                         | + 1.9     | $\pm$                                           |
| 600 -          | 36.0                  | 0.0                  | — 1.0                         | + 1.0     | —                                               |
|                | 36.8                  | 0.0                  | + 0.0                         | 0.0       | +                                               |

Es waren die sämtlichen Gruppen der Beobachtungen zu 14 Mitteln vereinigt worden und wurde daraus nach der Methode der kleinsten Quadrate die Reductionsformel zu

$$h = - 1.7056 G + 1.400 s \text{ Millimeter-Wassersäule}$$

gefunden. Nach dieser Formel sind in der obigen Zusammenstellung die „Berechneten Manometerstände“ gefunden worden. Aus den mitgetheilten Beobachtungen erkennt man, dass die Einstellung des Instrumentes ohne Beeinflussung ziemlich fehlerhaft sein kann. Ich habe diese Beobachtungen willkürlich herausgegriffen und finde, dass ich gerade diejenigen getroffen habe, bei denen die Uebereinstimmung am schlechtesten ist. Grösser als 4 mm Wassersäule, das ist ungefähr 0.29 mm Quecksilber, ist die Differenz nie gewesen unter mehr als 200 Beobachtungen. Die Abweichungen bei unbeeinflusstem Instrument vertheilen sich ungefähr folgendermassen:

| Zwischen 0 und $\pm 1$ mm  | lagen | 22 | Abweichen |
|----------------------------|-------|----|-----------|
| - $\pm (1 \text{ und } 2)$ | -     | 6  | -         |
| - $\pm (2 - 3)$            | -     | 4  | -         |
| - $\pm (3 - 4)$            | -     | 1  | -         |
| - $\pm (4 - 5)$            | -     | 1  | -         |

Etwas besser stimmen die Einstellungen nach dem Senken des Instrumentes. Es liegen hier 85 Bestimmungen vor und gruppieren sich die Abweichungen dabei folgendermaassen:

| Fehlergrenze         | Geringer<br>relativer Mano-<br>meterstand | Starker<br>Ueberdruck<br>(zwischen 400 bis 800 mm Wassersäule) | Starke<br>Druckverminderung |
|----------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Ueber + 3 mm . . .   | 0                                         | 0                                                              | 0                           |
| Zwischen + 2 und + 3 | 2                                         | 2                                                              | 1                           |
| - + 1 - + 2          | 5                                         | 8                                                              | 13                          |
| - 0 - + 1            | 19                                        | 13                                                             | 7                           |
| - 0                  | 3                                         | 0                                                              | 0                           |
| - 0 - - 1            | 7                                         | 5                                                              | 0                           |
| - - 1 - - 2          | 0                                         | 0                                                              | 0                           |

Man sieht, dass hier die Abweichungen meist positiv sind und liegt dies zweifellos daran, dass bei Senkung des Manometers die Stellung stets wesentlich tiefer bleibt als nach Hebung derselben und zwar um 0.4 p der Spiegelscala. Es entspricht dies nach unserer Formel einem Fehler von  $1.4 \cdot 0.4 = 0.6$  mm Wassersäule.

Bildet man das Mittel aus den sämtlichen Abweichungen unter Berücksichtigung des Vorzeichens, so ergibt dies + 0.8 mm und würde man demnach diese Grösse nicht als zufälligen Fehler, sondern als in der Natur des Instrumentes begründet ansehen müssen. Wird diese constante Abweichung von 0.8 mm, welche nach jeder Senkung des Instrumentes sich zeigt, von den beobachteten Abweichungen in Abrechnung gebracht, so gruppieren sich diese Fehler folgendermaassen:

| Druck:               | Mittel | Sehr hoch | Sehr tief | Ueberhaupt |
|----------------------|--------|-----------|-----------|------------|
| Maximum . . . . .    | + 2.2  | + 1.3     | + 2.0     | + 2.2      |
| Zwischen + 1 und + 2 | 2      | 5         | 2         | 9          |
| - + 0.5 - + 1.0      | 3      | 3         | 6         | 12         |
| 0 - + 0.5            | 3      | 2         | 8         | 13         |
| 0                    | 1      | 2         | 2         | 5          |
| - 0 und - 0.5        | 10     | 9         | 3         | 22         |
| - - 0.5 - - 1.0      | 16     | 4         | 0         | 20         |
| Unter - 1.0          | 0      | 3         | 0         | 3          |
| Minimum . . . . .    | - 1.0  | - 1.5     | - 0.4     | - 1.5      |

Am günstigsten gestalten sich die Resultate nach dem Heben des Instrumentes, wodurch bei dem nachfolgenden Einsinken der Glocke das Quecksilber in derselben ansteigt. Hier sind die Fehler folgendermaassen vertheilt:

|                      |       |       |       |       |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Maximum . . . . .    | + 0.4 | + 0.4 | + 1.0 | + 1.0 |
| Zwischen + 1 und + 2 | 0     | 0     | 0     | 0     |
| - + 0.5 - + 1.0      | 0     | 0     | 6     | 6     |
| - 0.0 - + 0.5        | 2     | 13    | 9     | 24    |
| 0                    | 4     | 3     | 3     | 10    |
| - 0.0 und - 0.5      | 10    | 11    | 2     | 24    |
| - - 0.5 - - 1.0      | 14    | 1     | 1     | 16    |
| - - 1 - - 2          | 5     | 0     | 0     | 5     |
| Minimum . . . . .    | - 1.3 | - 0.7 | - 0.6 | - 1.3 |

Dass hier die Abweichungen vorzugsweise negativ sind hat seinen Grund wieder darin, dass beim Heben allemal das Instrument etwas zu hoch stehen bleibt. Das Mittel der Abweichungen giebt noch nicht ganz  $-0.2$ .

Die so erhaltenen Resultate sind jedenfalls sehr befriedigend. Zunächst ist das Instrument für den Gebrauch im höchsten Grad bequem. 1 Gramm entspricht einer Wassersäule von 1.7 mm Höhe, demnach wird die bewegende Kraft der Aenderung des relativen Manometerstandes um 1 mm Wassersäule  $= 1 : 1.7 = 0.6$  g sein. Die Waage selbst giebt aber 0.01 g noch sehr genau an, wesshalb schon nahe eine Druckzunahme von 0.01 mm Wassersäule eine Bewegung erzeugen muss. Weiter wird eine Verschiebung der Scala im Fernrohr um 1 Millimeter eine Aenderung des relativen Manometerstandes um 0.14 mm Wassersäule angeben und wird noch der vierte Theil derselben bestimmt messbar sein, während noch kleinere Bruchtheile wenigstens wahrgenommen werden können. Also wird man durch einen einzigen Blick in das Fernrohr eine beliebig grosse Druckdifferenz, bei der überhaupt gewöhnliche Quecksilbermanometer Anwendung finden können, bis auf 0.05 mm Wassersäule messen können.

Ob nun diese grosse Genauigkeit überhaupt einen Zweck hat, das habe ich nicht feststellen können, weil mir zum Vergleich ein absolut sicheres Manometer fehlte. Mit einem so einfachen Wassermanometer wird man höchstens es auf 0.5 mm Wassersäule Genauigkeit der Ablesung bringen können. Es hat hier bei den engen Röhren auch die Capillarität einen grossen Einfluss; es scheint mir derselbe dadurch angedeutet, dass bei geringen Druckunterschieden die Abweichungen meist negativ, bei sehr geringem Druck positiv und zwar ziemlich gross sind, während bei sehr hohem Druck die Abweichungen fast gleichoft positiv wie negativ auftreten. Hieran werden wohl die Beschaffenheit des Wassermanometers und auch Caliberfehler der Röhre des Waagemanometers Schuld sein.

Weiter war es nicht möglich, den Druck im Apparat längere Zeit constant zu halten, weil beständige Temperaturänderungen im Zimmer stattfanden, die bei der grossen Empfindlichkeit der Apparate störend wirken mussten.

Es sollten dies ja auch nur Vorversuche sein, um ein Bild über die ungefähre Beschaffenheit, die man diesen Instrumenten geben kann, zu erhalten und muss ich mir die Frage über die erreichbare Genauigkeit der Druckmessung mit diesen Instrumenten, so wie der Einstellung schwimmender Körper in Flüssigkeiten auf spätere Zeit vorbehalten. Jedenfalls berechtigt das bis jetzt gefundene zu den schönsten Hoffnungen.

## Kleinere Mittheilungen.

### Ein Rundgang durch die internationale Ausstellung für Electricität zu Paris.

Obwohl die Elektrotechnik neuerdings fast ganz in den Dienst der Grossindustrie getreten ist und die Erzeugnisse der letzteren auf der Ausstellung den breitesten Raum in Anspruch nehmen, so finden sich dort doch auch manche Gegenstände, welche vorzugsweise rein wissenschaftlichen Zwecken dienen. Eine Mittheilung über dieselben dürfte für die Leser dieser Zeitschrift um deswegen besonderes Interesse haben, weil sie in den eigentlichen elektrischen Fachblättern bestenfalls nur nebensächliche Erwähnung erfahren können. Die folgenden Zeilen sind bestimmt, zunächst eine vorläufige Orientierung zu gewähren.

Als Erzeugnisse der Präcisionsmechanik sind in erster Reihe anzusehen ein grosser Theil der historischen Apparate aller Art aus Zeiten, in denen die Anwendungen der Elektrizität noch mehr der Wissenschaft als der Praxis angehörten. Unter diesen erregen namentlich in der deutschen Abtheilung die Telegraphen von Soemmering, von Gauss und Weber, von Steinheil, ferner in der italienischen die Apparate des Galilei, der Academia del Cimento, des Volta, Zamboni, Nobili, endlich in der russischen Abtheilung die Apparate, deren sich Jacobi zu den ersten galvanoplastischen Versuchen bedient hat, die all-gemeinste Aufmerksamkeit.

Indess stehen historische Apparate den Zielen dieser Zeitschrift wohl nicht so nahe, wie die Erzeugnisse der heutigen wissenschaftlichen Technik. Unter diesen sind hier hervorzubehalten Apparate für statische Elektrizität, die ja noch kaum in die Praxis übergegangen ist, elektrische Messapparate, soweit dieselben Laboratoriumszwecken dienen, wissenschaftliche Registrirapparate, deren sich eine sehr grosse Anzahl in der Ausstellung befindet, ganz besonders Meteorographen, endlich verschiedene neue kleinere Apparate.

Von den Elektrisirmaschinen ziehen diejenigen der deutschen Abtheilung die meiste Beachtung auf sich. Voss in Berlin stellt die sogenannte sich selbst ladende verbesserte Holtz'sche Maschine aus, die in Berlin bereits von der Ausstellung der Lehrlingsarbeiten her bekannt ist, das Polytechnische Institut in Dresden eine in demselben Sinne verbesserte kleinere und zwei grosse Töppler'sche Maschinen zu 20 und 60 Scheiben; die letzteren beiden sind in Glaskästen montirt, die Heiz- und Trockenapparate enthalten. Ausgeführt sind diese Maschinen von Leuner in Dresden. In der französischen Abtheilung findet man eine grössere Anzahl Ramsden'scher und Carré'scher Maschinen, endlich eigenartige Condensatoren von G. Planté, sämmtlich ältere Apparate. Eine von Edison vorgeführte Leydener Flasche und andere Condensatoren mit Luftverdünnung wären noch zu erwähnen. Wenn wir noch die Geissler'schen Röhren in diese Abtheilung rechnen, so sind zwei prächtige Collectionen in der deutschen Abtheilung zu nennen, von Geissler Nachfolger in Bonn und von Müller in Hamburg, welche beide auch die Crookes'schen Apparate zum Studium der eigentümlichen Entladungserscheinungen in besonders stark verdünnten Räumen vorführen. Wäre es nicht der Mühe werth, es einmal trotz der Schwierigkeit der Herstellung mit wesentlich grösseren Apparaten der letzteren Art zu versuchen? In andern Abtheilungen sind die Geissler'schen Röhren nur wenig vertreten, in keiner in so schönen Exemplaren, wie die angeführten.

Von elektrischen Messapparaten sind die bekannten Thomson'schen Elektrometer, die auch bei uns in keinem besser ausgestatteten Cabinet mehr fehlen, das absolute und das Quadrantenelektrometer, ferner ein interessantes Differentialvoltmeter von Siemens Brothers für pyrometrische Zwecke ausgestellt, ebenso in der deutschen Abtheilung einige sehr interessante Galvanometer. Auf Einzelheiten soll jetzt nicht eingegangen werden; Referent gedenkt diese Instrumente, ebenso wie die ausgestellten wissenschaftlichen Registrirapparate in einer eingehenderen vergleichenden Arbeit den Lesern vorzuführen.

Von kleineren interessanten Apparaten möge für heute zunächst das Mikrotasimeter von Edison erwähnt werden, welches bei weit grösserer Einfachheit und daher grösserer Wohlfeilheit die Thermosäulen für Zwecke der Wärmemessung ersetzt, dieselben sogar weit übertreffen soll. Dasselbe hat ganz die Form der gebräuchlichen Thermosäulen mit kegelförmigem Receptor für Wärmestrahlen. In der Dose befindet sich jedoch statt der Thermoelemente ein Kohlenstück, welches einen Theil einer elektrischen Leitung bildet, sowie ein Kautschukstück. Der Widerstand der Kohle hängt nun von dem Drucke ab, unter welchem dieselbe sich befindet, somit auch von der Temperatur, welcher der Kautschuk ausgesetzt ist. Der Apparat soll im Stande sein, die Wärmestrahlung von Fixsternen anzuzeigen; eine erstaunliche Empfindlichkeit konnte in der That in der Ausstellung constatirt werden.

Ferner sei ein Stimmgabelinductor von Toepler wegen seiner grossen Einfachheit hier genannt. Zwischen den Zinken einer magnetisirten Stimmgabel befindet sich eine nicht zu

kleine Inductionsrolle. Wird die erstere durch Anstreichen zum Tönen gebracht, so werden in der letzteren Ströme erzeugt, deren physiologische Wirkung ganz beträchtlich ist.

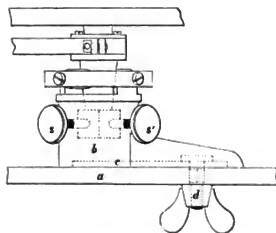
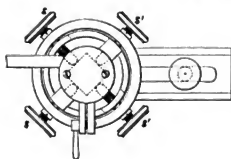
Mehrere Apparate von Soizée in Brüssel haben den Zweck, Grubengasansammlungen anzuzeigen; dieselben sind theils mit den Davy'schen Lampen im Zusammenhang, theils gesonderte Apparate. Bei den ersteren wird in Folge der Temperaturhöhung beim Vorhandensein von Grubengas in der Lampe eine aus zwei Metallen bestehende Feder gekrümmt und dadurch ein elektrischer Contact hergestellt oder durch Widerstandsänderung des in der Lampe befindlichen aus Kohle bestehenden Theiles einer Leitung ein Einfluss auf ein Galvanometer ausgeübt. Von den besonderen Apparaten beruht der eine darauf, dass die Strahlen einer Wärmequelle durch zwei Röhren geleitet werden, von welchen eine mit reiner Luft, die andere mit derjenigen der Grube, beide natürlich gleichmässig getrocknet, gefüllt ist. Der Unterschied der Wärmeabsorption, der sich an einem Thermomultiplier kundgiebt, liefert ein Maass für das Vorhandensein von Grubengas in der betreffenden Luftprobe. Ein anderer Apparat besteht aus einer in einer Röhre brennenden Flamme, die nur dann tönt, wenn der Luft eine gewisse Menge Grubengas beigemischt ist.

*Dr. L. Levy.*

### Untergestell für Messinstrumente.

Um einen Messapparat rasch centrisch aufstellen zu können und die zeitraubende Ver-  
setzung desselben zu vermeiden, hat der Obergometer B. Geyer in München nachbezeich-  
nete Vorrichtung construirt, welche unter Nr. 7841 für das deutsche Reich patentirt ist.

Die Büchse *b*, welche das eigentliche Instrument trägt, ist mit einem durchbrochenen  
Ansatz von ungefähr 8 cm Länge versehen



gleichzeitiger Drehung nach jeder Richtung ver-  
schieben, so dass man das Instrument bis zur  
angegebenen Länge vom Mittelpunkt des Stativs  
beliebig verstellen kann, wobei der Schlitz *c* des  
Ansatzes, in welchem die Flügelschraube *d* an-  
gebracht ist, zur Führung dient. Nach erfolgter  
Einstellung wird das Instrument durch Anziehen  
der Flügelmutter, die sich im Mittelpunkt der  
Stativplatte befindet, mit dem Stativ fest ver-  
bunden.

Die eiserne Stativplatte hat eine centrische  
Kreiseintheilung von je 1 cm Entfernung, durch  
dieselbe erhält man das Maass der seitlichen Ver-  
schiebung, welches zur Centrirung nothwendig  
ist und welches man nach der Aufstellung des  
Stativs durch den herabgelassenen Senkel bestimmt  
hat. Die Richtung der Verschiebung ist zu schätzen.

Zur Horizontalstellung des Instrumentes hat  
der Erfinder 2 Schraubenpaare *s* und *s'*, resp.  
2 Schrauben mit entgegenwirkender Spiralfeder  
angewendet und die Feststellung des Apparates  
durch Compassaufhängung mit Körnergang er-  
wirkt, um durch die sichere Führung derselben

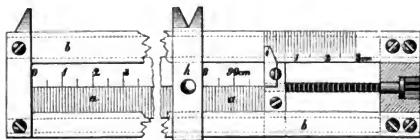
jede Drehung auszuschliessen. Man könnte aber auch die Horizontalstellung durch die  
Geyer'schen Platten erwirken (vgl. Heft 6, S. 211 d. Zeitschr.), während die bessere Drei-  
fussconstruction ohne zu grosse Beschwerung des Instrumentes nicht gut zu verwenden ist.

Referent hat mit einem kleinen Theodolit dieser Centrirungsvorrichtung, welcher von  
Ertel in München angefertigt war, einige Messungen gemacht und sich von der Möglichkeit





mit der Theilung versehen wurde, liegt in der Holzlatte *b*, die dem Querschnitte des Gummibandes entsprechend, genuthet und rechts mit einer Theilung von 30 mm versehen ist, da grössere lineare Schwindungen auf 1 m Länge bei Metallen nicht vorkommen. Die Einstellung



des Gummibandes auf die gewünschte Länge wird dadurch bewirkt, dass mittels eines passenden Schlüssels die Schraube *d* so lange gedreht wird, bis die Mutter *e*, an der das Gummiband am rechten Ende befestigt ist, soweit nach rechts rückt,

dass die Zunge *i*, die an ihr festgelöthet wurde, mit der linken Kante den entsprechenden Theilstrich der Latte *b* deckt. Nach der Einstellung können die Maasse entweder mittels Zirkels oder direct mittels des Schiebers *h* abgenommen werden.

Ausser bei Anfertigung von Modellen kann ein solcher Maassstab vermöge der Verstellbarkeit aller einzelnen Theilstriche dem Mechaniker behülflich sein bei der Herstellung von schwierigen ungleichmässigen Theilungen, deren Gesammtlänge stark variiert, z. B. der Theilung von Alkoholometern, Aräometern, Federwaagen und dergl. Es muss alsdann ein Gummiband mit der betreffenden Normaltheilung eingezogen werden. Die Befürchtung, dass sich ein solches Gummiband bester Qualität nicht in allen Theilen vollkommen gleichmässig ausdehnen könnte, hat sich bei direct zu diesem Zwecke angestellten Versuchen als unbegründet herausgestellt. Der Gegenstand ist zur Patentirung angemeldet.

G. Oldenburger,

Königl. Gewerbeschullehrer.

## Neu erschienene Bücher.

- H. Undensch,** *Einführung in die Mechanik.* 147 S. gr. 8°. Freiberg, Graz und Gerlach 1881. M. 12,00.
- Ad. Poppe,** *Alphabetisch-chronologische Uebersicht der Erfindungen, Entdeckungen und Fortschritte auf dem Gebiete der Physik, Chemie, Mechanik und industriellen Technik.* 3. Aufl. 67 S. gr. 8°. Frankfurt a. M. Heinrich Keller 1881.
- E. Bardey,** *Arithmetische Aufgaben nebst Lehrbuch der Arithmetik.* 8°. Leipzig, Teubner. 1881. M. 2,00.
- C. Bruhns,** *Bericht über das meteorologische Bureau für Wetterprognosen in Königreich Sachsen f. d. Jahr 1880.* 8°, Leipzig, Engelmann 1881. M. 0,60.
- P. v. Jolly,** *Die Anwendung der Waage auf Probleme der Gravitation.* 2. Abth. 4°. München, Franz. M. 0,50.
- H. Struve,** *Frenels Interferenzerscheinungen theoretisch und experimentell bearbeitet.* 8° Dorpat, Karow. M. 1,50.
- E. Verdet,** *Vorlesungen über die Wellentheorie des Lichtes.* Deutsche Bearbeitung von K. Exner. 1. Bd. 1. Abth. 8°. Braunschweig, Vieweg u. Sohn. M. 8,40.
- J. Armengaud,** *Installation et exploitation des lignes téléphoniques, réseau de Paris.* 8°, 17 S. Paris, Capiaumont et Renault.
- Leibnitz und Huygens,** *Briefwechsel mit Papin, nebst Biographie Papin's etc.* Herausgeg. auf Kosten der Kgl. Preuss. Akad. d. Wiss. von E. Gerland. Berlin, Dümmler. M. 13,50.
- A. Crova,** *Étude des aberrations des prismes et de leur influence sur les observations spectroscopiques* (Extr. des Annales de Chimie et de Physique). Paris, Gauthier-Villars.
- „Dyer“,** *Intensity Coils, How made and How used. Containing Descriptions of the Electric Light, Electric Bells, Electric Motors, the Telephone, the Microphone and the Phonograph.* 76 S. London, Thoburn. 1 sh.
- W. Kühne und J. Steiner,** *Ueber elektrische Vorgänge im Schorgau.* Heidelberg, Winter. M. 5,40.
- Bruno Kolbe,** *Geometrische Darstellung der Farbenblindheit.* IV und 104 S. mit 3 Tafeln. St. Petersburg, Kranz.
- Farbensättigungstafeln zur graduellen Abschätzung der Farbenblindheit.* Mit deutsch-französisch-russischem Texte. M. 4,00 bezw. 5,00.

*Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien.* 21. Bd. Vereinsjahr 1880/81. Wien, Braumüller. M. 8,00.

**H. Weber**, *Ueber Causalität in den Naturwissenschaften.* Rede. Leipzig, Engelmann. M. 2,00.

**Karmarsch und Heeren's** *Technisches Wörterbuch.* Prag, Haase. 3. Aufl. Heft 45—47 à M. 2,00.

**v. Konkoly**, *Beobachtungen, angestellt an Astrophysik. Observatorium in O-Gyalla.* Bd. II. Halle, Schmid.

**v. Orff**, *Der topographische Atlas von Bayern.* Karlsruhe.

**E. C. Pickering, A. Searle und O. C. Wendell**, *Photometric Measurements of the Variable Stars  $\beta$  Persey and DM. 81° 25' made at the Harvard College Observatory.* Cambridge, Wilson & Sohn.

## Journal- und Patentliteratur.

**Projection der Lissajous'schen Figuren in jeder beliebigen Phase.** Von M. A. Crova. Journ. de Phys. No. 114, Juni 1881.

M. A. Crova theilt folgende Beobachtung mit: Wenn man einen starken Magneten den Enden einer schwingenden Stimmgabel nähert, so vermehrt die anziehende Kraft des Magneten die Dauer der Schwingung; je weiter man den Magneten entfernt, desto kleiner wird die Störung und man kann so nach Belieben, jedoch innerhalb kleiner Grenzen, die Periode der Schwingung ändern. Wird der Magnet in unmittelbare Nähe gebracht, so wird die Amplitude kleiner und die Stimmgabel hält plötzlich an.

Gestützt auf diese Erscheinung giebt Verf. ein Verfahren an, die Lissajous'schen Figuren in bequemer Weise für Vorlesungszwecke zu projectiren. Die Figuren werden hiernach, ohne dass man die Stimmgabeln berührt, durch eine langsame Deformation zu einer beliebigen Form geführt und in derselben so lange fest gehalten, als es' wünschenswerth scheint.

Zu diesem Zwecke wird das System von Stimmgabeln, welches Mercadier zur Vorführung der Lissajous'schen Figuren angegeben hat und bei welchem die Schwingungen auf elektrischem Wege unterhalten werden, etwas modificirt. Verf. schaltet zwischen die Zinken derjenigen Stimmgabel, welche den Grundton angiebt, einen Elektromagneten ein; mittels einer Schraube kann die Entfernung desselben von der Stimmgabel in der Richtung senkrecht zur Ebene der beiden Arme beliebig variiert werden. Durch diesen Elektromagneten wird von einer kleinen Batterie (2 Bunsen-Elemente) ein permanenter Strom geführt.

Soll nach Mercadiers System (mit intermittirendem Strom) die Ellipse des Gleichklangs projectirt werden, so sieht man bald eine allmähliche Deformation vor sich gehen. Leitet man aber nach Crova's Vorschlag den permanenten Strom durch den eingeschalteten Elektromagneten, so geht die Deformation langsamer vor sich oder die Figur bleibt dieselbe, je nach der Entfernung des Elektromagneten von den Armen der Stimmgabel; bei einer bestimmten Stellung desselben bleibt die Figur unbeweglich.

Verf. giebt noch an, dass es ihm nach dieser Methode gelungen sei, auch die complicirteren Figuren, z. B. die der grossen Terz, in einer beliebigen Phase unveränderlich zu projectiren.

W.

**Ueber Neuerungen an Blitzableitern.** Von C. Biedermann. Elektrotechn. Zeitschrift H. VII. 1881.

Verf. giebt eine übersichtliche Zusammenstellung von zehn in Deutschland patentirten Verbesserungen des Blitzableiters. Während bis jetzt die Fangspitze immer direct mit der Fangstange verbunden war, von welcher die Ableitung nach der Erde ausging, hat man in letzter Zeit versucht, die Spitze von der Fangstange zu isoliren und die Leitung direct von ersterer nach der Erde zu führen, um hierdurch ein Ueberspringen des Funkens nach der Stange und dem Gebäude zu verhüten. Die ersten acht angeführten Verbesserungen geben nun verschiedene Arten der Isolation der Fangstange, während sich die beiden letzten auf eine praktische Verbindung der Erdleitung mit den einzelnen Fangstangen des Gebäudes und eine specielle Construction des Blitzableiters für Windmühlen mit drehbaren Kappen beziehen.

R.

**Eine interessante Eigenschaft der Guttapercha.** Von Fr. Kick. Dingl. Journ. Bd. 240. S. 363.

Welche, auf 60 bis 70° erwärmte Guttapercha hat die wohl nicht allgemein bekannte Eigenschaft, dass sie sich gegen Stöße elastisch zeigt und sowohl Hammerschläge als auch das Werfen gegen eine feste Wand ohne Aenderung ihrer Form verträgt, wiewohl sie, wie bekannt, gegen rubigen Druck empfindlich und der feinsten Eindrücke fähig ist. Dieses Verhalten rührt von

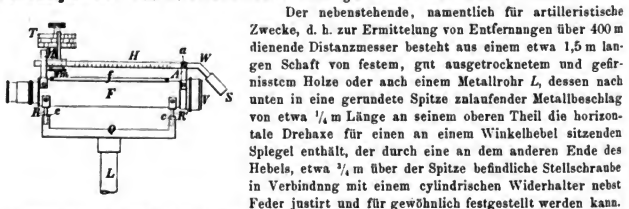
reichlich eingeschlossener Luft her, wie Verf. dadurch nachwies, dass er eine weichgemachte Kugel aus Guttapercha unter den Recipienten einer Luftpumpe brachte und schnell evacuirte, wodurch sich die Kugel auf etwa das Doppelte des ursprünglichen Volumens aufblähte und eine runzelige Oberfläche erhielt. Lässt man ein solches Stück unter der Luftpumpe erhitzen, so zeigt es einen lockigen Bruch, ähnlich dem der Krume von Brod. Sehr dichte Guttapercha bläht sich im luftverdünnten Raume nur unter Mineralöl auf, unter reichlicher Luftentwicklung; beim Erkalten hat sie dann die Eigenschaft zu erhitzen verloren und gleicht zähem gefetteten Leder.

Ein ähnliches Verhalten zeigen in allerdings weniger auffälliger Masse auch andere plastische Massen, z. B. frisch geknetetes Brod und sogar der Modellirthon. S.

**Ueber Volumänderungen einiger Metalle beim Schmelzen.** Von F. Nies und A. Winkelmann. Sitzungsberichte der Königl. Bayer. Akademie der Wissenschaften 1881. S. 63. — Wiedemann's Annalen Bd. XIII S. 43.

Drei ältere Methoden, die Volumenveränderung eines Metalles beim Schmelzen zu bestimmen, rühren von Réaumur her; er suchte Körper im festen Aggregatzustande auf dem geschmolzenen Materiale zum Schwimmen zu bringen, oder er beobachtete die Oberfläche im Moment der Erstarrung und schloss aus Concavität auf Zusammenziehung, Convexität auf Ausdehnung; endlich übergoss er ein auf dem Grund des Gefässes liegendes festes Stück der Substanz mit geschmolzenem Material und deutete das Aufsteigen des festen Stückes auf Ausdehnung und umgekehrt. Die letztgenannte Methode bezeichnete Réaumur selbst als die sicherste, doch lassen alle drei zu wünschen übrig. Nach mehreren anderweiten Versuchen stellten die Verf. eine Scala von festen Körpern her, bestehend aus einem größeren Quantum des Versuchsmetalls, in welches kleine Mengen eines anderen specifisch schwereren Metalls (meist Kupfer) von solcher Grösse eingeschlossen waren, dass das specifische Gesamtgewicht bei einer dem Schmelzpunkte des Versuchsmetalls nahen Temperatur demjenigen des reinen geschmolzenen Metalls nahezu gleich war, jedoch in der ganzen Scala allmählich von einem etwas niedrigeren zu einem etwas höheren specifischen Gewichte anstieg. Diese Körper wurden nach einander, von leichtesten anfangend, in das geschmolzene Material eingebracht und beobachtet, der wieweilste in der Scala noch schwamm, während das nächste untersank. Durch Wägung der Tauchkörper vor und nach dem Versuch, sowie durch Wägung des Kupfereinschlusses in Luft und dem geschmolzenen Bade, konnte dann das bei der Schmelztemperatur stattfindende Verhältniss des specifischen Gewichtes des noch festen Materials zu demjenigen des geschmolzenen, oder die Volumveränderung, annähernd in Procenten ermittelt werden, wofern das untersuchte Metall überhaupt eine hinreichend sichere Entscheidung bezüglich des Schwimmens oder Untertauchens zuließ. Auf diese Weise wurde eine Volumzunahme beim Erkalten von 0,7% bei Zinn, 0,2% bei Zink, 3% bei Wismuth nachgewiesen; Antimon und Kupfer liessen die Volumzunahme noch unzweifelhaft erkennen, während Blei und Cadmium eine sichere Entscheidung nicht zuließen. Dennoch glaubten sich die Verf. berechtigt, als Regel den Satz aufzustellen, dass sich die Metalle im Moment des Erstarrens ausdehnen und dass daher das feste Metall weniger dicht und specifisch leichter ist, als das flüssige bei gleicher Temperatur. Die Arbeit enthält bezüglich des Verhaltens der verschiedenen Metalle während des Versuches manches interessante Detail. S.

**Entfernungsmesser.** Von W. Klinkerfues in Göttingen. D. R. P. No. 12477 v. 1. 6. 80.



An seinem oberen Ende trägt dieser Schaft *L* ein metallenes Querstück *Q* von etwas geringerer Länge als das anzuwendende Fernrohr *F*, welches in gewöhnlicher Weise durch Niveaureiter

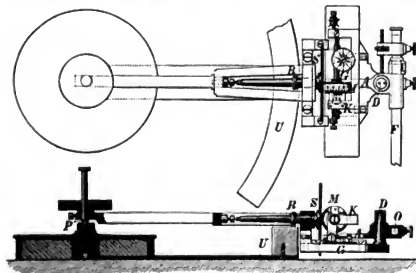
mit demselben in feste Verbindung gebracht wird. Das Fernrohr  $F$  besitzt am Objectiv  $V$  die Armatur  $A$ , welche die Drehaxe  $a$  des ebenfalls an dem einen Ende eines Winkelhebels  $W$  befindlichen Spiegels  $S$  enthält, der das Spiegelbild des durch das Fernrohr  $F$  anvisirten Gegenstandes aus dem unteren, hier nicht gezeichneten Spiegel aufzunehmen bestimmt ist.

Bezeichne nun  $b$  die benutzte Basis, also im vorliegenden Falle die Entfernung des unteren festen Spiegels von der Fernrohraxe,  $e$  den gegenüberliegenden Spitzenwinkel und  $s$  die Entfernung des Objectes, so ist in jedem Falle  $\frac{b}{s} = \operatorname{tg} e$ , sogar dann, wenn Elevation oder Depression des Zieles stark unter dem Einfluss von Refraction und Erdkrümmung stehen. Es tritt deshalb, da der Winkel  $e$  als verhältnissmässig klein angesehen werden kann, eine Aenderung von  $e$  stets proportional mit einer solchen von  $b/s$  auf; mithin wird ein Instrument, welches für zwei möglichst extreme Werthe von  $s$  justirt ist und richtige Angaben liefert, auch für alle Werthe von  $s$  mit sicherem Erfolge zu verwenden sein.

Hiervon ausgehend, ist an der Mikrometertrommel  $T$  des Instrumentes eine stereotype Scale vorgesehen, welche die Ablesung der gemessenen Entfernung ohne weitere Rechnungen gestattet; dazu ist aber nöthig, dass sich der Winkelwerth der Schraubenumdrehung in hinreichend weiten Grenzen ändern lässt. Dieser Zweck wird dadurch erreicht, dass sich die Mikrometerschraube  $M$ , deren unteres gehärtetes Ende  $m$  auf einer stählernen, mit dem oberen Theil des Fernrohres  $F$  fest verbundenen Schiene  $f$  läuft und deren Mutter sich in einem Schlittenstück befindet, welches in einem schlitzförmigen Ausschnitt des zweiten Schenkels  $H$  des Winkelhebels  $W$  geführt ist, an  $H$  entlang verschieben lässt.

Mittels dieser Vorrichtung ist es möglich, dem Spiegel  $S$  jede Neigung zu geben und ihn so einzustellen, dass er das ihm aus dem unteren Spiegel zugeworfene Bild des Objectes anfnimmt, welches man dann mit dem möglichst in die Mitte des Gesichtsfeldes des Fernrohres gebrachten Bilde des Gegenstandes zur Deckung zu bringen hat, um an der stereotypen Scale die Entfernung ablesen zu können. B.

**Polarplanimeter.** Von Friedrich Hohmann in Speyer und Gottlieb Coradi in Zürich.  
D. R. P. No. 12377 v. 15. 7. 80.



(gewöhnlich Kreissegment oder ganzer Kreis) bewegt, hervorgebracht werden.

Der in der Oeffnung  $O$  einzusetzende den Fahrstift enthaltende Fahrarm, dessen Drehpunkt durch den Zapfen  $D$  gebildet wird, überträgt seine beim Umfahren von Figurconturen eintretende Bewegung durch ein Ansatzstück  $A$  auf den Schlitten  $G$  und durch diesen, der in einem Rahmenstück  $K$  die Axe der Messrolle  $M$  aufnimmt, auf die durch Federn mit der Uebersetzungsscheibe  $S$  in steter Berührung bleibende Messrolle  $M$ , indem er dieselbe längs der Ebene von  $S$  verschiebt. Die Verstellbarkeit des Fahrarms zur Erzielung verschiedener Messverhältnisse geschieht in der bekannten, dem Amster'schen Planimeter analogen Weise.

Um indessen das Arbeiten mit der Scheibe  $S$  oder mit der kleineren Rolle  $R$  zu ermöglichen, muss bei vorliegender Construction sowohl die Polkugel  $P$  wie auch der Fahrstift  $F$  in

der Verticale verstellbar sein. Die durch etwaiges Heben und Senken des Fahrarmes während des Umfahrens eintretenden fehlerhaften Drehungen der Messrolle können unschädlich gemacht werden, wenn sich der unterste Punkt der Polkugel in derselben übrigens zur Scheibenaxe parallel liegenden Ebene befindet, in welcher durch Berührung die Drehung der Scheibe *S* erfolgt.

Durch die angewendeten Uebertragungsmechanismen werden die Bewegungen der Messrolle in den verschiedensten Polstellungen sehr gleichmässig und namentlich auch von Unebenheiten der Plannterlage unabhängig. *B.*

**Asbestpfropfen für Verbrennungsröhren.** Von J. Fleming White. Chemical News Bd. 44. S. 65.

Der Verf. verfertigt schon seit mehreren Jahren Asbestpfropfen für Verbrennungsröhren in der folgenden Weise:

Der Asbest wird in feine Fädchen getheilt, mit Wasser angefeuchtet, dann zu einem Pfropfen zusammengewickelt, in den Cylinder eines gewöhnlichen Zerkleinerers von Stahl gebracht, wie solcher zum Pulverisiren der Mineralien für Analysen benutzt wird, und zusammengepresst, indem man das Pistill mittels eines Hammers oder besser noch durch Einspannen in einen Schraubstock niedertreibt. Wenn der Druck mehrere Stunden gewirkt hat, wird der Pfropfen in dem Cylinder auf einem Sandbad getrocknet, nach dem Herausnehmen vor der Gebläselampe ausgeglüht und ist zum Gebrauch fertig. Ein so behandelter Pfropfen verliert selbst bei langem Glühen nicht an Gewicht, ist elastisch genug, um eine passende Verbrennungsröhre vollständig dicht zu verschliessen und kann sogar mit einem gewöhnlichen Korkbohrer durchbohrt werden. Die Anwendung solcher Pfropfen erlaubt die Ersetzung der langen gläsernen Verbrennungsröhren durch kurze metallische; anserdem sind Asbestpfropfen sehr nützlich zum Verschliessen von Flaschen, welche Substanzen, die Kautschuk oder Kork zerstören, enthalten. *W.B.*

**Anzeigen für trocken's Wetter und atmosphärische Niederschläge.** Von Dr. W. Klinkerfues in Göttingen. D. R. P. 13855 v. 30. Juli 80.

Ein Fallen des Barometers lässt gewöhnlich nur dann den Schluss auf Niederschläge zu, wenn die relative Feuchtigkeit, bezogen auf dieselbe Tageszeit, entsprechend steigt, wenigstens nicht abnimmt. Anknüpfend auf diese Erfahrung ist die vorliegende Vereinigung von Barometer und Hygrometer construirt, derart, dass das Fallen des Barometers und die Abnahme der relativen Feuchtigkeit oder das Steigen des Barometers und die Zunahme der relativen Feuchtigkeit auf den Zeiger entgegengesetzt wirken und in einem gewissen Verhältnisse denselben zur Ruhe bringen.

Zwischen dem Mittelpunkte der elastischen Platte eines Aneroids und einem Punkte des Gestelles ist ein Strang hyroskopischer Fäden schlaff ausgespannt. Gegen diesen Strang legt sich der eine Arm eines geraden Doppelhebels, dessen anderer Arm als Zeiger dient und auf einer Scala spielt. Steigt der Luftdruck, so wird der Strang stärker angespannt und der Zeiger steigt; nimmt die relative Feuchtigkeit zu, so wird der Strang schlaffer und der Zeiger fällt. *Q.*

**Neue Methode, verschiedene Constanten des Sextanten zu bestimmen.** Von Gruey. Comptes rendus T. XCIII Nr. 2. S. 41.

Die einfache und sinnreiche Methode des Verf. ist folgende:

Es handelt sich zunächst um den Winkel, welchen die optische Axe des Fernrohrs mit der Normalen auf den kleinen Spiegel bildet. Gruey stellt zunächst die beiden Spiegel in der gewöhnlichen Weise parallel; es wird ein entferntes Object anvisirt und dann der grosse Spiegel so lange gedreht, bis das directe und das von den Spiegeln reflectirte Bild sich decken. Sodann wird an das Ocular des Fernrohrs ein total reflectirendes Prisma angebracht. Der Beobachter nimmt den Sextanten in die Hand und lässt das Sonnenlicht oder künstliches Licht in das Prisma fallen; das Gesichtsfeld des Fernrohrs wird erleuchtet und man sieht das directe Bild der Fäden. Sodann dreht man den grossen Spiegel in dem Sinne, dass seine Normale sich der Verbindungslinie der beiden Spiegel nähert. Der Beobachter sieht dann bald ein zweites Bild des Fadenetzes in das Gesichtsfeld treten; es ist dies das dreifach reflectirte Bild des direct gesehenen, welches zuerst vom kleinen, dann vom grossen und zuletzt wieder vom kleinen Spiegel reflectirt wurde. Dreht man endlich den grossen Spiegel so lange, bis das directe und das dreifach reflectirte Bild sich decken, so hat derselbe von der Anfangsstellung an den gesuchten Winkel beschrieben. Die bezüglichen Ablesungen bei der Anfangs- und Endstellung des grossen Spiegels ergeben also direct den Winkel zwischen der optischen Axe des Fernrohrs und der Normalen

auf den kleinen Spiegel. — Verf. erwähnt, dass man sowohl mit Sonnenlicht, als auch mit künstlichem Lichte das dreifach reflectirte Bild sehr klar erhält.

Es ist unmittelbar ersichtlich, dass man sich der Methode auch noch zu anderen Operationen bedienen kann. Es ist z. B. leicht, mittels des dreifach reflectirten Bildes die Horizontalfäden oder die optische Axe parallel zum Limbus zu stellen; ebenso kann man die Entfernung zweier Verticalfäden bequem in Bogenmaass erhalten. W.

**Einfluss der Veränderung des Luftdruckes auf den Gang der Pendeluhrn.** Von Saint-Loup. Comptes rendus T. XCII Nr. 26. S. 1490.

Saint-Loup theilt einige vorläufige Resultate von Untersuchungen mit, die er über den Einfluss der Veränderung des Luftdruckes auf den Gang der Pendeluhrn angestellt hat. Eine von ihm untersuchte Uhr zeigt einen täglichen Gang von

— 7.32 bei einem Drucke von 148 mm.  
— 4.00 " " " " 583 "

Verf. leitet hieraus eine tägliche Beschleunigung des Ganges von 0.077, für eine Druckabnahme von 10 mm ab.

Tresca bemerkt zu der obigen Mittheilung, dass Redier einen barometrischen Compensationsapparat für Pendeluhrn construirte, der die Form eines Metall-Barometers zeige. Welche Vorzüge die Einrichtung vor anderen ähnlichen hat, ist nicht angegeben. W.

**Verbesserung an Batterien.** Von David Liudo. Chemical News. Bd. 44. S. 77.

Vor einiger Zeit empfahl Azapis (Chemical News Bd. 42. S. 184) die Ersetzung der mit dem Zink in Berührung befindlichen verdünnten Schwefelsäure in der Bunsen'schen Batterie durch eine Lösung von Chlornatrium oder Salmiak, weil dadurch der grosse Vortheil geboten wird, dass das Zink nicht amalgamirt zu werden braucht. Die Versuche des Verf. sprechen sehr zu Gunsten dieser Modification; er wurde deshalb dahin geführt, in der Grove'schen Batterie statt der verdünnten Schwefelsäure eine Lösung von Natriumsulphat (schwefelsaurem Natron) anzuwenden und erhielt damit ausgezeichnete Resultate. Er wandte eine Lösung von 1 Th. krystallisirten Natriumsulphats in 5 Th. Wasser an. Eine Amalgamation des Zinks ist dann nicht notwendig, und die Intensität des Stromes scheint ebenso gross wie bei der Anwendung von Säure zu sein. Die Lösung von Natriumsulphat kann gleichfalls bei der Bunsen'schen Kette statt der verdünnten Schwefelsäure substituirt werden. W.

### Für die Werkstatt.

**Darmsaiten mit zusammengewebten Enden für den Handschwungradbetrieb.** Allgem. J. d. Uhrmacherkunst 1881 Nr. 30.

Solche Saiten von 80—90 cm Länge sind von der Firma M. Benjaniu in Hamburg in den Handel gebracht worden. Dem Uebelstande des gewöhnlichen Schnurrbetriebes, der in unangenehmer Erschütterung durch den unvermeidlichen Knoten liegt und besonders bei stärkeren Schnuren hervortritt, ist dadurch abgeholfen. Q.

**Chemisch reines Zinnoxid.** Metallarbeiter 1881. Nr. 23 u. 24.

Nach dem gebräuchlichsten Verfahren, solches herzustellen, walzt man feines Bauka- oder Malakkazin dünn aus und schneidet es in kleine Stücke, die man in einem geräumigen Glaskolben mit chemisch reiner, etwas verdünnter Salpetersäure zusammenbringt. Unter Erhitzung und Entwicklung rother, schädlicher Dämpfe bildet sich Zinnoxid, das als weisses Pulver in der Flüssigkeit schwimmt. Nach Beendigung der Oxydation füllt man den Kolben mit stledendem Wasser, lässt absetzen, giesst die klare Flüssigkeit und wiederholt dieses Auswaschen noch einige Male; hierauf filtrirt man und trocknet das Pulver. Das trockene weisse Pulver glüht man  $\frac{1}{2}$  bis 1 Stunde in einem hessischen Tiegel mit Holzkohlen oder 3 Stunden gemengt mit dem gleichen Gewichte fein gepulverten Kochsalzes. Bei letzterem Verfahren, das namentlich bei der Darstellung des Zinnoxides für Emaille angewendet wird, muss das zurückgebliebene Kochsalz durch heisses Wasser wieder herangewaschen werden. —

Zum Poliren erhält man ein genügend feines Präparat in folgender Weise: 2 Gewichtstheile käufliches Zinchlorür (Zinnsalz) löst man in 12 Gewichtstheilen Wasser; zur heissen Lösung giesst man unter Umrühren eine ebenfalls heisse Lösung von 1 Gewichtstheil Oxalsäure in 6 Gewichtstheilen Wasser. Der entstandene weisse Niederschlag wird auf einem Papierfilter

oder einem aus dichter Leinwand hergestellten Spitzbeutel gesammelt, durch wiederholtes Aufgießen von Wasser gut angewaschen und getrocknet. Man zerreibt ihn dann und erhitzt ihn über Kohlenfeuer bis zur Zersetzung des oxaisanen Zinnoxides in reines Oxyd. Q.

Um Messingplatten ein ornamentales Aussehen, ähnlich den an den Fenstern sich bildenden Eisblumen, zu geben (W. T. Bl.), kocht man sie in Aetzkali, spült sie in reinem Wasser ab und taucht sie dann in Salpetersäure, bis alles Oxyd entfernt ist. Dann wäscht man sie schnell ab, trocknet sie mit Sägemehl von Buchsbaumholz und lackirt sie, während sie noch warm sind. Q.

#### Der Einfluss geringer Beimengungen fremder Körper auf die Eigenschaften der Metalle. Techniker 1881.

Bekannt ist der entscheidende Einfluss, welchen der in grösserer oder geringerer Menge vorhandene Kohlenstoff auf die physikalischen Eigenschaften des Eisens ausübt, dessen verschiedene Sorten sich lediglich durch ihren Kohlenstoffgehalt unterscheiden. Andere ebenso wirksame Beimengungen sind ihres schädlichen Charakters wegen sehr gefürchtet, so machen geringe Mengen von Phosphor, Arsenik und Schwefel das Eisen spröde, kaltbrüchig u. s. w.

Eine Reihe interessanter weniger bekannter Thatsachen hat jüngst H. C. Roberts in einem zu London gehaltenen Vortrage angeführt. Die Gegenwart von  $\frac{1}{20000}$  Gewichtstheil Antimon in geschmolzenem Blei hat zur Folge, dass dasselbe an der Luft viel schneller oxydirt und verbrennt, als antimonfreies Blei. Blei, welches  $\frac{7}{100000}$  Gewichtstheile Kupfer enthält, ist zur Darstellung von Bleiweiss nicht mehr geeignet. Gold mit  $\frac{1}{3000}$  Blei oder der gleichen Menge anderer Metalle ist so spröde, dass eine zolldicke Stange mit einem leichten Hammerschlage zerbrochen werden kann. Kupfer mit 0,5 % Eisen besitzt nur noch 40 % der elektrischen Leitungsfähigkeit des reinen Kupfers.

Das Nickel, welches bisher nicht geschweisst, gewalzt und geschmiedet werden konnte, erhält diese werthvollen Eigenschaften nach der schönen Erfindung des Dr. Fleitmann in Iserlohn (vergl. Heft 5. S. 172 d. Zeitschr.) durch einen Zusatz von  $\frac{1}{1000}$  Magnesium. Eine gewisse Gussstahl-Sorte, welche kein Magnesium enthält, bricht beim ersten Hammerschlage in Stücke, während dieselbe durch einen Zusatz von  $\frac{9}{10000}$  Magnesium gut schmiebar gemacht wird. Nickel mit einem Gehalt von  $\frac{3}{1000}$  Phosphor ist ebenfalls schmiedbar.

Auf der Pariser Ausstellung von 1878 machte sich unter den ausgestellten Platten von schwedischem Puddel Eisen ein grosser Unterschied in Betreff ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Bruch bemerkbar. Der einzige Unterschied zwischen diesen, welcher durch chemische Analyse festgestellt werden konnte, bestand darin, dass die guten Platten  $\frac{20}{100000}$  die schlechten aber  $\frac{21}{100000}$  Phosphor enthielten.

Nyst in Brüssel fand kürzlich, dass gewöhnliches Gold durch einen Gehalt von  $\frac{19}{10000}$  Silicium so weich wird, dass ein dünner Streifen durch sein eigenes Gewicht nach unten umbiegt wie etwa ein Streifen Zink in einer Flamme.

Die Grenze zwischen Schmiede-Eisen und Stahl lässt sich nach der Angabe vieler Metallurgen auf Grund des vorhandenen Kohlenstoffes sehr genau feststellen und soll sich eine gewisse Schmiedeeisen-Sorte schon durch einen Zusatz von  $\frac{19}{10000}$  Kohlenstoff in härteren Stahl verwandeln lassen. Mit einem grösseren Gehalte als  $1\frac{1}{2}$  % Kohlenstoff hört das Metall auf schmiedbar zu sein und wird dann Gussstahl genannt.

Aber nicht allein die Beimengungen fester Elemente, sondern auch die von Gasen sind im Stande, die physikalischen Eigenschaften der Metalle zu verändern. Dieses Gebiet ist jedoch noch weniger durchforscht als das vorhergehende, da es sich hier noch dazu um Körper handelt, welche sich wegen ihrer Unsichtbarkeit und aus anderen Gründen der Beobachtung beim Experimentiren leicht entziehen. Es sei nur die eine bekannte Thatsache erwähnt, dass Eisen, welches in eine verdünnte Säure gelegt wird, einen Theil des durch die Zersetzung des Wassers freier werdenden Wasser-Stoffes aufzunehmen im Stande ist und dadurch spröde wird. Dies findet in grösserem oder geringeren Grade bei dem Zusammenlöthen von Stahl oder Eisenstücken statt und macht sich unter Umständen z. B. beim Zusammenlöthen von Telegraphendrahleitungen oft in unangenehmer Weise bemerkbar. S.

Nachdruck verboten.



# Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions - Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt,  
Vorsitzender.

R. Fuoss,  
Beisitzer.

Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz,  
Schriftführer.

Verantwortlicher Redacteur: Dr. Georg Schwirkus.

I. Jahrgang.

October 1881.

Zehntes Heft.

## Ueber die Waage des Chemikers.

Von

Prof. Dr. W. Dittmar in Glasgow.

Die nachfolgenden Darlegungen sollen sich auf die Präcisionswaage des Chemikers beziehen, und beabsichtige ich in erster Linie, das, was die Lehrbücher bieten, in einer den Bedürfnissen desselben besser Rechnung tragenden Weise zu ergänzen. Es wird mir dies die Gelegenheit bieten, einige den Gegenstand betreffende Ideen und kleinere Untersuchungen, welche zwar schon aus sehr früher Zeit herdatiren, aber seither theils noch gar nicht, theils nur in englischen, in Deutschland wenig gelesenen Organen<sup>1)</sup> veröffentlicht worden sind, den Lesern dieser Zeitschrift vorzulegen.

### I.

Die Theorie des Instruments lässt sich, ganz erschöpfend, in viel einfacherer Weise, als es in den mir bekannten Lehrbüchern geschieht, entwickeln.

Man denke sich ein rechtwinkliges Coordinatensystem mit dem Balken fest verbunden in der Art, dass die Z-Axe mit der Rotationsaxe zusammenfällt, während die Y-Axe durch letztere und den Schwerpunkt des leeren Balkens geht. Die Pfannen seien absolute Ebenen, die Schneiden absolute gerade Linien; der Schwerpunkt des leeren Balkens, dessen Gewicht gleich  $W_0$  sei, liege bei  $x = 0$ ;  $y = +s_0$  (wobei das Zeichen + die Lage unterhalb der X-Axe anzeigt), die linke Endschneide bei  $x = -l'$ ;  $y = +h'$ , die rechte bei  $x = +l''$ ;  $y = +h''$ . Die Belastung links (virtuell in  $-l'$ ,  $h'$ ) sei gleich  $P'$ , die rechts (in  $l''$ ,  $h''$ ) gleich  $P''$ . — Die Coordinaten  $x_0$ ,  $y_0$  des gemeinschaftlichen Schwerpunkts des Systems sind von der Richtung der Schwerkraft unabhängig. Angenommen also, in einem ersten Falle wirke dieselbe parallel zur Y-Axe, in einem zweiten parallel zur X-Axe, so haben wir

$$\text{(Fall I)} \quad (W_0 + P' + P'') x_0 = P' l' - P'' l'' \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{( „ II)} \quad (W_0 + P' + P'') y_0 = W_0 s_0 + P' h' + P'' h'' \dots \dots (2)$$

(1) durch (2) dividirt, giebt:

$$\frac{x_0}{y_0} = \text{tg } \alpha = \frac{P' l' - P'' l''}{W_0 s_0 + P' h' + P'' h''} \dots \dots \dots (3)$$

An diesem Ausdruck wird wenig geändert, wenn wir  $l' = l'' = l$  und  $h' = h'' = h$  annehmen, und die Formel gewinnt an Anschaulichkeit, wenn wir die Schalen-

<sup>1)</sup> Art. Balance; Encyclopaedia Brit. and Ed. Roy. Soc. Proceedings.

gewichte mit  $W_0$  vereinigen und so statt  $P'$  und  $P''$  die eigentlichen Belastungen  $p'$  und  $p''$  einführen. Wir haben dann

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{l(p' - p'')}{W_0 s_0 + h(p' + p'')} \quad (4)$$

setzt man  $p' - p'' = A$ , so wird, wenn  $h = 0$ ,

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{Al}{W_0 s_0} \quad (5)$$

Dies ist die Gleichung des ideal vollkommenen Instruments.

Aus dieser Formel (5) wird gewöhnlich gefolgert, dass man, um einen empfindlichen Balken zu erhalten,  $W$  und  $s$  recht klein und  $l$  recht gross machen müsse. Ein ganz absurder Schluss, bei dem übersehen wird, dass selbst bei der fertigen Waage  $s$  eine willkürlich veränderliche Grösse ist. Ob  $l$  und  $W$  gross oder klein, immer kann man (mittels des Schwerpunktknopfs)  $s$  so adjustiren, dass die Empfindlichkeit  $a/A$  jeden nur irgend wünschenswerthen Werth annimmt. Aus der Formel ist in der That für den Mechaniker gar nichts heraus zu lesen; wohl aber für den Chemiker. Wenn wir ein Ding wägen, so erstreben wir ja weiter nichts, als die Kenntniss eines Zahlenwerths, der von dem wahren Gewichte um nicht mehr als beispielsweise 1,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{10}$  Milligramm abweicht. Angenommen z. B. ich bestimme das Gewicht eines Chlorsilberniederschlags zu  $1.2346 \pm 0.0001$  g, so würde selbst die exacte Ermittlung der fünften Decimale keinen Präcisionszuwachs bedeuten, da schon das Zehntel Milligramm in den Fehlern der chemischen Methode hoffnungslos untergeht!

Offenbar hat es keinen Nutzen, den Schwerpunktknopf höher hinaufzuschrauben, als nöthig ist, und den 1,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{10}$  mg entsprechenden Ausschlagswinkel eben sichtbar zu machen. Und wenn ich  $\frac{1}{3}$  mm von der Scala deutlich sehen kann, so ist  $\frac{1}{3}$  oder 1 mm nicht sichtbar. Es wäre sogar ein Fehler, jenen Winkel zu vergrössern, denn je kleiner  $a/A$ , d. h. je grösser  $s$ , desto grösser ist das Intervall von Gewichtsdifferenzen, die sich nach der Schwingungsmethode noch bestimmen lassen, desto grösser auch die relative Unabhängigkeit der Empfindlichkeit von der Belastung und — last not least — desto rascher schwingt die Waage. Die Schwingungszeit ( $t$  Secunden) ist nämlich gegeben durch

$$t^2 = \frac{P(kW_0 + 2p)}{R(W_0 s_0 + 2ph)} \quad (6)$$

wo  $kP W_0$  das Trägheitsmoment des leeren Balkens und  $R$  die Länge des Secundenpendels bedeutet.

Die der Belastung  $p_0$  entsprechende Empfindlichkeit ( $a = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{A}$ ) einführend, hat man:

$$t^2 = \frac{l}{R} \left\{ kW_0 + 2(p_0 + p) \right\} a \quad (7)$$

oder, die Constanten zusammenziehend,

$$\frac{t^2}{a} = A + Bp \quad (8)$$

Dass  $t$  mit  $p$  und zwar sehr rasch wächst, ist ein Uebelstand, dem beim fertigen Instrument gar nicht abzuhelfen ist, wohl aber hat man, selbst bei vorbe-

stimmter thatsächlicher Empfindlichkeit — die ja mit unserem ebenfalls als Empfindlichkeit bezeichneten  $a$  nicht zusammenfällt — das einem bequemen Mittelwerth für  $p$  entsprechende  $t$  in der Gewalt, wenn man sich eventuell zur Anwendung optischer Hilfsmittel beim Ablesen bequemen will. Man schraube den Schwerpunktsknopf herunter, bis  $t$  für ein bestimmtes  $p$  den verlangten Werth hat. Wird dann  $a = a/s$  zu klein, so braucht man nur eine gute, grossfeldige Lupe<sup>1)</sup> vor die Scala zu stellen und dem Uebel ist abgeholfen. Denn ob die Empfindlichkeit gross oder klein, die inhärende Präcision der Waage oder, um eine andere, bequemere, Ausdrucksweise zu gebrauchen, der inhärente Wägungsfehler  $q$  bleibt stets constant.

Dieser Werth  $q$  wird offenbar dadurch bedingt, dass, beim realen Instrument die Dimensionen  $l$  und  $h$  selbst bei constanter Belastung variabel sind. Nicht wegen des unvermeidlichen geringen Nicht-Parallelismus der Schneiden. Der hätte an sich nichts zu sagen; denn die Schaaalen sind ja mit den Gehängen nicht fest verbunden, sondern durch ein Gelenk, das so construiert ist, dass, der Intention nach, die Belastung stets virtuell an demselben Punkt der betreffenden Endschneide angreift. Aber in Wirklichkeit ist das Gelenk nicht vollkommen, und ausserdem sind die Schneiden keine absolut festen, geraden Linien. Aus letzterem Grund ist selbst die Lage der Rotationsaxe nicht absolut constant. Ihre Coordinaten (statt Null zu sein) schwanken zwischen  $\pm \delta x$  und  $\pm \delta y$  regellos hin und her. Der Effect ist derselbe, als ob der Schwerpunkt des Ganzen, statt bei  $x_0$  festzustehen, zwischen  $x_0 + \lambda_0$  und  $x_0 - \lambda_0$  oscillirte. Mit anderen Worten, die Waage ist innerhalb eines kleinen Winkels  $\pm \beta$  im indifferenten Gleichgewicht.  $\beta$  ist der Empfindlichkeit proportional, aber sein Gewichtswerth  $q_0$  ist constant nach Gleichung

$$q_0 = \left\{ 2(p_0 + p) + W_0 \right\} \frac{\lambda_0}{l} \dots \dots \dots (9)$$

Aehnlich wirken die Unvollkommenheiten in den Endschnneiden und deren Gelenken wie auch in der Arretirung. Da mehr als eine ungefähre Orientirung hier so wie so nicht möglich, so können wir die sämmtlichen hieraus entspringenden Fehler einer der Endschnneiden zur Last schreiben und gelangen so zu der Gleichung

$$(\text{Gesammt}) q = \frac{1}{l} \left\{ [2(p_0 + p) + W] \lambda_0 + 2(p_0 + p) \lambda_1 \right\} \dots \dots \dots (10)$$

Diese Gleichung ist selbstverständlich einer arithmetischen Verwendung nicht fähig; wir dürfen uns also wohl erlauben, ihr die ziemlich gleichbedeutende leicht verständliche Form

$$q = (W_0 + 2P) \frac{\lambda}{l} \dots \dots \dots (11)$$

zu substituiren.

Wir wollen uns jetzt unsere Formeln vom Standpunkt des Mechanikers ansehen, für den die Armlänge  $l$  eine variable Grösse ist, und uns zu diesem Zwecke zunächst bezüglich des Grades von Kleinheit, auf welchen die im idealen Instrumente nicht existirenden Dimensionen  $\lambda$  und  $h$  herabgebracht werden können, zu informiren suchen.

<sup>1)</sup> Die Lupe ist freilich nur ein Nothbehelf. Das bei Normalwaagen hie und da übliche Mikroskop ist unbequem. Einem geschickten Optiker sollte es nicht schwer fallen, den richtigen Apparat zu erfinden.

Ich besitze eine ganz vorzügliche von Oertling in London vor ca. 20 Jahren gebaute Hektogrammwaage, welche noch jetzt, trotz beständiger Benutzung, bei 100 Gramm beiderseitiger Belastung auf  $\pm 0,1$  mg sicher geht. Sie thut dies aber nur bei Benutzung der Schwingungsmethode, wir dürfen also wohl das  $p = 100$  entsprechende  $q$  auf nicht weniger als 0,1 mg anschlagen. Nun ist  $W_0 = 125$  g,  $l = 184$  mm,  $p_0 = 17.5$  g. Hieraus nach (11)

$$0.0001 = \frac{360}{184} \lambda \text{ oder } \lambda = \frac{1}{20000} \text{ mm}$$

ungefähr!

Hiermit sind wir aber noch lange nicht an der Grenze des Erreichbaren angelangt. Steinheil offerirt in seiner Preisliste — zu dem freilich sehr hohen Preis von 2000 Mark — eine Normalwaage, welche bei 1 Kilo Belastung noch auf  $\pm \frac{1}{100}$  mg constant gehen soll! Für die vorliegende Frage brauchen wir aber gar nicht auf solche mit Aufwendung exceptioneller Hilfsmittel hergestellte Kunstwerke Rücksicht zu nehmen. Es genügt beispielsweise, auf die bekannten Bunge'schen Waagen zu verweisen, welche bei einer Armlänge von ca. 65 mm weniger als  $\frac{1}{100000}$  der Maximalbelastung (bei dieser) noch sicher angeben sollen. Aus Mittheilungen von Fachgenossen, die Bunge'sche Waagen benutzen, darf ich schliessen, dass diese Waagen wirklich das leisten, was sie prätdiren. Und hieraus scheint hervorzugehen, dass es heutigen Tages einem Mechaniker, der sein Handwerk wirklich versteht, nicht schwer fällt, bei jeder vernünftiger Weise in Betracht kommenden Armlänge, die Grösse  $\lambda$  auf einen den Bedürfnissen des Chemikers genügenden Grad von Kleinheit herabzubringen. Immerhin aber bleibt zu beachten, dass von einem gewissen (d. h. ungewissen) Punkte abwärts eine Verkleinerung von  $\lambda$  eine Erhöhung der Herstellungskosten bedeuten muss und dass selbst bei der gediegensten Arbeit  $\lambda$  im Laufe der Zeit an Grösse zunehmen wird.

Bezüglich des Grades von Kleinheit, welchen die Grösse  $h$  in den Händen eines geschickten Mechanikers erreichen kann, habe ich mich im Verlauf meiner Praxis durch gelegentliche Prüfung bewährter Präcisionswaagen zu orientiren gesucht.

Bei einer sehr guten Staudinger'schen Hektogrammwaage (welche mir s. Z. im Laboratorium meines Freundes, Prof. Ritthausen, zur Benutzung stand) fand ich (durch Bestimmung des bei verschiedenen Belastungen einem gegebenen Uebergewicht  $\Delta$  entsprechenden Ausschlagswinkels  $\alpha$ ), für

|               |    |    |    |       |
|---------------|----|----|----|-------|
| $P =$         | 0  | 43 | 93 | 143 g |
| $W_0 + 2Ph =$ | 30 | 33 | 41 | 46 „  |

Dies verträgt sich (da  $l = 200$  mm) mit der Annahme:  $W_0 s = 31.6$ ;  $h = 0.045$  mm, aus welchen Werthen sich berechnet:

|                 |      |      |      |       |
|-----------------|------|------|------|-------|
| $W_0 s + 2Ph =$ | 31.6 | 35.5 | 40.0 | 44.5. |
|-----------------|------|------|------|-------|

Aehnliche Werthe für  $h$  hatte ich aber früher für ganz gewöhnliche Analysenwaagen gefunden und ich schloss daraus, dass wohl Staudinger aus irgend einem Grunde dem „ $h$ “ der Waage absichtlich einen merklichen positiven Werth gegeben habe. In Uebereinstimmung hiermit fand ich später bei Untersuchung der oben genannten Oertling'schen Waage erheblich kleinere Werthe für  $h$ .

Bei einer I. Versuchsreihe stellte ich, um  $h$  recht zur Geltung zu bringen, den

Schwerpunkt so hoch, dass die Waage merklich inconstant in ihren Angaben wurde. Ich fand für

|                        |   |        |        |        |          |
|------------------------|---|--------|--------|--------|----------|
| $P =$                  | 0 | 20     | 80     | 120    | 150 g,   |
| $\frac{1}{\epsilon} =$ |   | 0.0758 | 0.0559 | 0.0730 | 0.0813 „ |

$\epsilon$  bedeutet den 1 mg Uebergewicht entsprechenden Ausschlag in halben Graden der Scala, so z. B. für  $P = 20$  (d. h. 2.5) veranlasst die Zulage von 1 mg, dass sich die Ruhelage des Index um  $13^{\circ}.2$  der Scala verschob. ( $\frac{1}{12.2} = 0.0758$ ). — Die Zahlen für  $\epsilon^{-1}$  können natürlich auf einen irgend höheren Grad von Genauigkeit keinen Anspruch machen; in der That bedurften sie sehr erheblicher Correcturen, um sich auf einer Curve vereinigen zu lassen. Die an der Curve abgelesenen Werthe waren:

|                        |       |       |       |       |       |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $P =$                  | 0     | 20    | 80    | 120   | 150   |
| $\frac{1}{\epsilon} =$ | 0.083 | 0.075 | 0.064 | 0.070 | 0.084 |

Aus diesen Zahlen und den nöthigen Abmessungen am Instrument berechnete sich:

$$h = -0.020 - 0.017 - 0.0094 - 0.0043 - 0.0004$$

oder  $h = h_0 + P\gamma$  gesetzt;  $h_0 = -0.020$   
und  $\gamma = 0.00013$  mm.

Eine II. Versuchsreihe bei erheblich tieferer Schwerpunktslage (für  $P = 20$ ,  $\epsilon =$  ca. 4") ergab für

|       |         |       |        |        |          |          |
|-------|---------|-------|--------|--------|----------|----------|
| $P =$ | 0       | 20    | 50     | 80     | 120      | 150      |
| $h =$ | - 0.017 | 0.014 | 0.0085 | 0.0035 | + 0.0033 | + 0.0083 |

(graphisch corrigirte Werthe).

Mehrere Jahre später, als ich ein sehr sorgfältig bestimmtes System von Werthen für  $l$  auf  $h$  umrechnete, erhielt ich ganz abweichende Werthe. Ich fand bei  $\epsilon =$  ca 1:  $h_0 = +0.020$  und  $\gamma = 0.000055$ . Die Waage war seit Anstellung der obigen zweiten Versuchsreihe beim Mechanikus gewesen, um mit einer in den Balken eingeschnittenen Theilung (für schwere Reiter) versehen zu werden. Dies erklärt die sehr erhebliche Vergrößerung von  $h$ . In Bezug auf  $\gamma$  machte ich mir keine Gedanken, da meine Methode für diese Constante nur eine ganz rohe Annäherung liefern konnte. Dasselbe gilt eigentlich auch für die Bestimmungen von  $h$ ; alles, was ich erstrebt, war eine ungefähre Orientirung bezüglich eines Punktes, über den uns die Lehrbücher absolut im Dunkel lassen.

Bei einer sehr guten Waage für Belastungen bis 1 kg, welche mir Herr Oertling vor ca. 1½ Jahren lieferte, fand ich

$$h = -0.028 + 0.000037 p \text{ mm}$$

so dass für  $p =$  ca. 300 g;  $h = 0$ . [ $W_0 = 443$ ;  $p_0 = 140$ ;  $l = 203$ ].

Nach diesen Erfahrungen schien es mir, dass es einem geschickten Mechaniker verhältnissmässig leicht sei, die Schneiden so zu stellen, dass für ein noch unterhalb der Maximalbelastung liegendes  $P$  die Grösse  $h = 0$  wird. Meine letzten Zweifel schwanden, als ich neulich aus einem Circular der Herren Verbeek & Peckholdt in Dresden ersah, dass diese Herren aus der Anfertigung von „Waagen mit constanter Empfindlichkeit“, d. h. von Waagen, welche obige Bedingung erfüllen, eine Specialität machen und solche zu billigen Preisen herzustellen vermögen. —

Wenn bei der mit leeren Schalen ( $P = p_0$ ) schwingenden Waage  $h = -h_0$  ist, so wird bei einer gewissen Belastung  $p_2$ , welche der Gleichung  $h_0 = p_2 \gamma$  genügt,  $h = 0$  und folglich  $\frac{1}{\epsilon} = \frac{1}{\epsilon_0}$ . Die Grösse  $\epsilon^{-1}$  erlangt dann ihr Minimum für  $p = \frac{1}{2} p_2$  und für einen gewissen jenseits  $p_2$  liegenden Werth wird  $\epsilon^{-1}$  um ebensoviel  $\epsilon_0^{-1}$  überschreiten, als dies über dem  $p = \frac{1}{2} p_2$  entsprechenden Minimalwerth liegt. Es ist leicht zu beweisen, dass  $p_2 = p_2 (-2 + \sqrt{5}) = 0.83 p_2$  ist. Offenbar wäre es das beste,  $p_2$  der Maximalbelastung  $p_m$  gleich zu machen, d. h. den negativen Werth für  $h_0$  so zu wählen, dass für  $p_2 = 0.83 p_m$  die drei Schneiden genau in einer Ebene liegen, was dann der Fall ist, wenn  $h_0 = -0.83 p_m \gamma$ . Es ist dann:

$$\frac{\epsilon_m^{-1} - \epsilon_0^{-1}}{\epsilon_0^{-1}} = \frac{a_m^{-1} - a_0^{-1}}{a_0^{-1}} = \frac{0.34 p_m^2 \gamma}{W_s} \dots (12)$$

Angenommen nun, es solle bei variabler Armlänge  $l$  die Initialempfindlichkeit  $\epsilon_0$  einen constanten Werth haben, so muss durchweg  $W_s = a_0^{-1} l$  sein. Nehmen wir nun für  $\gamma$  an, dass es constant und gleich  $l$  sei<sup>1)</sup>, so ergibt sich — ganz unabhängig von dem zwischen  $W$  und  $l$  existirenden Abhängigkeitsverhältniss — dass die relative Empfindlichkeitsinconstanz  $\frac{a_m^{-1} - a_0^{-1}}{a_0^{-1}}$  von  $l$  unabhängig ist, d. h. der kurze Waagebalken ist ebenso empfindlichkeitsconstant wie der lange; aber die hier zu Grunde liegende Voraussetzung ist offenbar für den letzteren leichter zu erfüllen als für den ersteren.

Wir wollen nun zusehen, wie es sich mit der Beziehung zwischen Armlänge und Schwingungszeit verhält, zu diesem Zweck aber, grösserer Klarheit wegen, uns lieber auf bestimmte Beispiele beschränken und die oben genannte Oertling'sche Hektogrammwaaage zum Ausgangspunkt nehmen. Nach Gleichung (7) ist allgemein:

$$\frac{t_2}{a} = \frac{l}{R} \left\{ k W_0 + 2(p_0 + p) \right\}^2$$

Bei unserem Instrument ist  $1^\circ$  der Scala 0.96 mm lang; die Indexlänge  $d$  beträgt 215 mm. Wir haben also  $\frac{1}{a} = \frac{1}{\epsilon} \cdot 0.448$ , oder  $\frac{1}{\epsilon} = \frac{1}{a} \cdot 2.23$ , wenn  $a$  und  $\epsilon$  die auf SS. 314 und 317 angegebene Bedeutung haben.  $W_0$  ist gleich 125. —  $W_0 k$  wurde durch Bestimmung von  $t$  und  $\frac{1}{\epsilon}$  für den leeren Balken zu 39 bestimmt, woraus  $k = \frac{1}{2.11}$ ,  $l = 184$  mm.

Aus einer längeren Reihe von Bestimmungen von  $t$  und  $\frac{1}{a}$  für diverse Belastungen ergab sich  $\frac{t^2}{a} = \frac{74.1 + 2p}{5.4}$  oder, in Termen von  $\epsilon$

$$\frac{t^2}{\epsilon} = \frac{74.1 + 2p}{2.42}$$

Für den alltäglichen Gebrauch stelle ich den Schwerpunkt so, dass  $\epsilon = 1^\circ$  der Scala (= ca. 1 mm). Das 0,1 mg entsprechende  $\mathcal{A}$  ist dann mit blossem Auge eben noch, bei Benutzung einer Lupe aber recht bequem sichtbar. Bei dieser Schwerpunktsstellung ergab sich für

<sup>1)</sup> Vergl. unten bei „Waagebalkenformen“.

<sup>2)</sup> Im Folgenden ist consequent das Gramm als Gewichts-, und das Millimeter als Längeneinheit festgehalten.

|                 |                 |       |       |       |       |       |
|-----------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $p =$           | $-(p_0 = 17.5)$ | 0     | 30    | 50    | 70    | 100   |
| $\frac{1}{a} =$ | 0.431           | 0.433 | 0.431 | 0.431 | 0.435 | 0.463 |
| $t =$           | 3".9            | 5.4   | 7.2   | 8.4   | 9.0   | 10.2. |

Nach obiger Formel berechnet:

|       |      |     |     |     |     |       |
|-------|------|-----|-----|-----|-----|-------|
| $t =$ | 4".1 | 5.6 | 7.6 | 8.6 | 9.6 | 10.5. |
|-------|------|-----|-----|-----|-----|-------|

Bei einer höheren Stellung des Schwerpunkts ergab sich:  $\epsilon = 1.85$ ;  $t = 7".5$  (für  $p = 0$ );  $\epsilon$  aus  $t$  nach der Formel berechnet = 1.84.

Wie würde sich bei gleichbleibender Empfindlichkeit die Schwingungszeit ändern, wenn wir dem tatsächlich vorhandenen einem kürzeren, ähnlich gestalteten Balken von gleicher Tragkraft substituirt? Von dem Balkengewicht  $W_0 = 125$  g kommen ca. 15 g auf die von  $l$  unabhängigen Theile, wir können also wohl für das uns vorschwebende Balkengenus setzen  $W_0 = 15 + 0.6 l$ . —  $k$  zu  $\frac{1}{3}$  annehmend haben wir

$$\frac{t^2}{\epsilon} = \left\{ \frac{l}{5} + 40 + 2p \right\} \frac{l}{445} \dots \dots \dots (13)$$

und hieraus beispielsweise für  $\epsilon = 1$  und

|             |            |           |          |
|-------------|------------|-----------|----------|
|             | $l = 180$  | . . . . . | 60 mm    |
| $(p = 0)$   | $t = 5.5$  | . . . . . | 2.6 Sec. |
| $(p = 30)$  | $t = 7.4$  | . . . . . | 3.9 "    |
| $(p = 100)$ | $t = 10.6$ | . . . . . | 5.8 "    |

Wir sehen, der kurze Balken schwingt im Allgemeinen ca. doppelt so rasch wie der lange, aber für  $p = 0$  schwingt er nach meiner Meinung etwas zu rasch. Dem liesse sich freilich leicht abhelfen; wir brauchen nur  $\epsilon$  auf 2 zu erhöhen, wir haben dann:

|             |            |           |          |
|-------------|------------|-----------|----------|
| $(p = 0)$   | $t = 7.7$  | . . . . . | 3.6 Sec. |
| $(p = 30)$  | $t = 10.4$ | . . . . . | 5.5 "    |
| $(p = 100)$ | $t = 14.8$ | . . . . . | 8.1 "    |

Die Schwingungszeit hat dann gerade für die am häufigsten vorkommenden Belastungen (von ca. 30 g) einen recht bequemen Werth und die Empfindlichkeit ist aufs doppelte gestiegen; aber das ist auch Alles, was wir gewonnen haben. Wir haben es erkaufte durch Verringerung des durch die Schwingungsmethode bestimmaren Maximalgewichtüberschusses auf die Hälfte und im Allgemeinen wohl auch durch eine Verminderung der Empfindlichkeitsconstanz und der inhärenten Präcision. Wir überlassen es dem Leser, das hier gegebene zu verallgemeinern und in eine Kritik der jetzt so hoch in die Mode gekommenen „kurzarmigen Balken“ zu übersetzen. Nach meiner Privatansicht ist jedenfalls die diesen Instrumenten zu Grunde liegende Idee, welche schon vor Jahrzehnten von B. Buff ausgesprochen und später von Bunge in mehr mathematischer Form reproducirt wurde, als eine Verirrung zu bezeichnen<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Auch die sonstigen Vortheile eines kürzeren Balkens, nämlich sich leichter stabil und biegungsfrei herstellen zu lassen, sowie sein geringeres Eigengewicht, scheint der Herr Verfasser nicht als solche anzuerkennen, wenigstens nicht, soweit es sich um die gewöhnlichen Bedürfnisse des Chemikers handelt (vgl. die bezüglichen weiter unten folgenden Ausführungen). Unter dieser Einschränkung aber dürften doch auch die dem kurzen Balken zur Last gelegten Nachtheile kaum

Ich will durchaus nicht bezweifeln, dass beispielsweise die Waagen von Bunge das Lob, das man ihnen spendet, verdienen; aber ihre guten Qualitäten dürften nicht dem kurzen Balken, sondern der Sorgfalt ihrer Ausführung, zuzuschreiben sein<sup>1)</sup>. Um indessen ganz unparteiisch zu sein, will ich nicht versäumen hier darauf aufmerksam zu machen, dass man einer recht „kurzarmigen“ Waage mit verhältnissmässiger Leichtigkeit eine relativ constante Schwingungszeit geben könnte — was gewiss ein erheblicher Vortheil wäre, da man *ceteris paribus* mit einer Waage um so rascher arbeitet, je constanter sie in allen ihren Gewohnheiten ist. Man denke sich bei einer unserem Genus zugehörigen Waage, für die etwa  $l = 45$  mm, den Balken beiderseitig durch jenseits der Endschneiden eingeschraubte horizontale Drähte auf 4.45 mm (vom Centrum gemessen) verlängert und in diesen Entfernungen je eine Metallkugel von  $m$  Gramm Gewicht befestigt.

Das Trägheitsmoment dieser zwei Massen  $2m$  ist dasselbe wie das von  $2.16m = 32.m$  Gramm in den Endaxen. Wir haben also für  $\varepsilon = 1$ , und wenn  $t_0$  und  $t_m$  sich auf  $p = 0$  und  $p = 100$  beziehen

$$t_m^2 = (49 + 200 + 32m) \text{ const.}$$

$$t_0^2 = (49 + 32m) \text{ const.}$$

$$\frac{t_m^2 - t_0^2}{t_0^2} = \frac{200}{49 + 32m}$$

welchen Werth man durch Vergrösserung von  $m$  beliebig klein machen kann.

Setzen wir für denselben die Zahl von 0.2 fest, so bestimmt sich daraus  $m$  zu 30 g, was den ganzen Balken um 60 g schwerer macht. Wir haben dann für

|            |      |           |
|------------|------|-----------|
| $p = 0$    | 50   | 100 g,    |
| $t = 10.1$ | 10.6 | 11.1 Sec. |

Für  $m = 12$  haben wir:

|           |     |       |
|-----------|-----|-------|
| $t = 6.6$ | 7.3 | 8.0 " |
|-----------|-----|-------|

Die mittlere Abweichung vom Mittel beträgt 0.7.

mehr schaden als seine Vortheile nützen. Wir hätten die Sachlage daher allgemein lieber dahin präcisirt gesehen, dass es zwar bei der Waage des Chemikers auf die Länge des Balkens nicht wesentlich ankomme, dass jedoch bei der feinsten Waage des Physikers und Metrologen innerhalb bestimmter Grenzen der kürzere Balken den Vorzug verdiene. Im Uebrigen sind unter der Fülle interessanter Ergänzungen zur Theorie der Waage, welche der geschätzte Herr Verfasser in seinem Aufsätze niedergelegt hat, noch einzelne andere enthalten, die in den betheiligten Kreisen nur unter ähnlichen Einschränkungen hingenommen werden dürften und bezüglich deren namentlich auch die Redaction einen etwas abweichenden Standpunkt einnimmt. Es ist natürlich nicht möglich, den letzteren in einer Anmerkung eingehend zu erörtern; wir hoffen jedoch hierzu später Gelegenheit zu finden.

D. Red.

<sup>1)</sup> Auch wir sind gern geneigt zu glauben, dass unter den Waagen mit kurzem Balken auch die Bunge'schen den im Vergleich zu dem wirklich Erreichbaren nur gering zu nennenden Anforderungen des Chemikers mehr als genügen. Doch würden zur Entscheidung obiger Frage andere Systeme mit kurzem Balken sicherere Schlüsse erlauben, da das speciell sogenannte Bunge'sche System nicht frei von constructiven Fehlern ist, welche sich bei feineren Arbeiten notwendig störend bemerklich machen müssen. (Vergl. hierüber Loewenherz, Metrologische Apparate, in dem „Bericht über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung im Jahre 1876“, herausgegeben von A. W. Hofmann. Brannschweig 1877, S. 292 ff.)

D. Red.



## II.

Die Geschwindigkeit, mit der man auf einer Waage wägt, ist nicht im Entferntesten der Schwingungszeit proportional, hängt vielmehr in weit höherem Grade ab

1. von der Stetigkeit, mit der die Arretirung arbeitet,
2. von dem in dem versuchsweisen Auflegen von Gewichten involvirten Zeitverlust,
3. von der Grösse des mittels der Schwingungsmethode bestimmbaren  $A$  und der für die Umrechnung des Ausschlags in Gewichtsüberschuss erforderlichen Zeit.

No. 1 muss ganz und gar dem Mechaniker überlassen werden; jedenfalls habe ich in dieser Beziehung nichts zu sagen. Aus No. 3 folgt, dass eine Waage um so rascher arbeitet, je weniger die thatsächliche Empfindlichkeit das, was gerade nöthig ist, überschreitet.

Von diesen Ideen geleitet, habe ich vor mehreren Jahren die Herren Becker's Sons in Rotterdam veranlasst, eine Hektogrammwaage zu bauen, die an der sonst bei derselben üblichen Form in folgenden Punkten abweicht:

1. Der Balken ist links zwischen zwei Punkten 0 und 10 durch Einschnitte, rechts in ähnlicher Weise durch Marken so eingetheilt, dass sich zwischen 0 und 10 zehn gleiche Intervalle befinden. Die Theilpunkte sind links wie rechts von der Linken zur Rechten numerirt. Auf 0' links sitzt ein die Centigramme zählender, auf 0' rechts ein die Milligramme zählender Reiter als integrierende Theile der Waage. Die Herren B.'s S. theilten einfach den Balken beiderseitig in 12 Theile, woraus für die Reiter die Gewichte 120 und 12 mg folgten. Das Uebrige ergibt sich von selbst.

2. Die Zunge besteht oben aus einem dreikantigen Prisma, an dem ein kleines Laufgewicht durch Reibung festsetzt. Das Prisma ist so eingetheilt, dass, wenn das Laufgewicht auf Punkt  $a, b, c, d$  steht,  $1^\circ = 5, 2, 1, \frac{1}{2}$  mg. Anfangs gedachte ich diese Vorrichtung wie folgt zu benutzen:

Man stellt erst den Knopf auf  $a$ , und bringt es durch versuchsweises Auflegen von Gewichten so weit, dass man die noch vorhandene Gewichts-differenz ( $n$  Milligramm) an der Scala ablesen kann. Man legt jetzt  $n$  Milligramm auf, schiebt den Knopf in seine höchste Stellung, lässt wieder schwingen und erfährt so die endgültige Correction  $n'$  Milligramm. In der Praxis fand ich indessen, dass es besser ist, den Knopf von Anfang an gerade auf das erforderliche Empfindlichkeitsminimum einzustellen und ihn dort zu belassen.

Die Waage wurde ihrer Zeit in South Kensington ausgestellt, blieb aber, wie ich fürchte, ganz unbeachtet. Später wurde mir dieselbe zur Prüfung übersandt und fand ich, dass die Herren Becker Sons ihre Aufgabe sehr geschickt gelöst hatten. Ich fand nichts zu tadeln, als dass bei Verschiebung des Knopfes der Schwerpunkt sich zugleich ein wenig seitlich verschob.

Die oben genannte Kilogrammwaage von Oertling ist mit beiden Vorrichtungen versehen und haben sich dieselben im Verlauf von jetzt einem Jahre sehr gut bewährt. Um im Stande zu sein, die Theilung des Balkens zu prüfen, veranlasste ich Herrn Oertling, einen Gramm-Reiter zur Bestimmung der Decigramme beizulegen. Ich

fand die Angaben desselben bis auf  $\pm 0.4$  mgr richtig, und selbst dieser Fehler zeigte sich nur an einem Theilstrich. Ich benutze diesen Reiter indessen nicht, finde es vielmehr bequemer und sicherer, die Decigramme direct aufzulegen.

Die Theorie der beiden Vorrichtungen ist natürlich sehr einfach.

Schwerpunktsvorrichtung. Es sei die Entfernung des Schwerpunkts des Knopfes von der Rotationsaxe gleich  $y$ , sein Gewicht gleich  $w$ , so hat man:

$$\frac{\alpha}{\mathcal{A}} = \frac{l}{(W_s + 2 p h) + w y}$$

folglich, wenn die Empfindlichkeit  $\epsilon$  von der Belastung unabhängig ist (was sich bei meiner Waage bis  $p = 500$  bewährt) für den Gewichtswerth je  $1^\circ$  der Scala

$$\frac{1}{\epsilon} = \text{const.} + \text{const. } y$$

d. h. je 1 mm Zuwachs in  $y$  entspricht einem constanten Zuwachs in dem Gewichtswerth von 1 Scalengrad.

Reitervorrichtung. Bei Benutzung eines schweren Reiters ist zu beachten, dass derselbe, wenn er benutzt wird, den Schwerpunkt des Systems in die Höhe zieht und folglich die Empfindlichkeit erhöht. Hieraus erräth man leicht, dass ein solcher Reiter nur dann zu brauchen ist, wenn er beim Hin- und Herschieben auf einer mit der  $X$ -Axe parallelen Geraden sich bewegt. Deren Gleichung sei  $y = -y_0$ <sup>1)</sup> so hat man für den Balken ohne Reiter

$$\frac{\text{tg } \alpha}{\mathcal{A}} = \frac{l}{W_s}$$

wo  $W$  die Belastung einschliesst und  $s$  eine entsprechende Bedeutung hat. Angenommen nun, der  $p$  wiegende Reiter sitzt bei  $y = y_0$ ;  $x = x$  und ist durch ein in der entgegengesetzten Schale liegendes Gewicht  $\pi$  äquilibrirt, so dass  $\pi l = x p$ , so hat man

$$\frac{\text{tg } \alpha}{\mathcal{A}} = \frac{l}{W_s - p y_0 + h (\mathcal{A} + \pi)} \cdot \cdot \cdot \cdot (14)$$

was offenbar von dem obigen Werth verschieden ist, aber, da  $h (\mathcal{A} + \pi)$  sehr klein, als constant angesehen werden darf.

## ANHANG.

### Ueber Waagebalkenmaterialien und Waagebalkenformen.

Von den vielen für Waagebalken verwendbaren Materialien sind wohl die wichtigsten: weicher Stahl (harter Stahl ist wegen seiner Tendenz, permanent magnetisch zu werden, nicht zu brauchen), Eisen, Aluminiumbronze, Messing und Aluminium. Welches dieser Materialien ist für chemische, d. h. für auf hohe Tragkraft berechnete Waagen das geeignetste? Zur Beantwortung dieser Frage habe ich vor vielen Jahren eine Reihe von Versuchen angestellt, deren Ergebnisse hier Platz finden mögen. Die ihnen zu Grunde liegende Idee war, dass die relative Vorzüglichkeit eines Waagebalkenmaterials (abgesehen von gewissen nur in der Werkstätte zu entscheidenden Fragen) gleichzeitig mit dem reciproken Werth  $1/\rho$  des specifischen Gewichts und

<sup>1)</sup> Der Fall  $y = 0$  erledigt sich von selbst; und kann ausserdem nur durch Anbringung eines besonderen Lineals realisirt werden.

dem Elasticitätsmodul  $\epsilon$  wachse, dass aber der letztere, um mit Sicherheit verwendbar zu sein, nicht, wie gewöhnlich, aus Dehnungsversuchen an Drähten, sondern mehr direct durch Biegungsversuche an Stäben abgeleitet werden müsse. Zu diesem Zweck liess ich mir aus den genannten Materialien Stäbe anfertigen, welche je 250 mm lang waren bei einer Breite  $b$  von 14.5 und einer Dicke  $h$  von 5 mm. Die Stäbe wurden nach einander auf einem schweren aus Gusseisen in einem Stück gefertigten Support in zwei mit den Kanten  $b$  parallelen und um 200 mm ( $2l$ ) von einander entfernten Linien unterstützt, mittels eines übergeschobenen Stahlbügels in der Mitte successive mit grösseren und grösseren Gewichten belastet und die Durchbiegungen mittels eines 0,001 mm angegebenden Sphärometers von Dubosque (welches Prof. Jail damals die Freundlichkeit hatte mir zu leihen) gemessen. Die Belastung wurde im Allgemeinen bis auf schliesslich 14 Pfund (englisch) gesteigert; nur beim Aluminium hielt ich bei  $7lb$  inne. Die Maximalbelastung  $2Pm$  blieb stets mindestens 12 Stunden lang hängen und wurde die nach Wegnahme derselben bleibende permanente Durchbiegung  $q$  festgestellt.

Zur möglichst genauen Berechnung des Elasticitätsmodul wurde die Dimension  $b$  an mehreren, die Dimension  $h$  an vielen Stellen mit dem Sphärometer gemessen und die Schwere der benutzten Gewichtsstücke durch Vergleichung derselben mit einander und Auswägung des  $2lb$ -Stücks in Grammen festgestellt. Das Mittel der verschiedenen für  $\gamma/F$  gefundenen Werthe (welche stets sehr nahe mit einander stimmten) diente als Grundlage der Berechnung. Die Resultate sind in der folgenden Tafel zusammengestellt, in der Al Aluminium, St Stahl, Je Eisen, Al-B Aluminiumbronce, M Messing bedeutet.

|                                       |         |       |       |                    |                 |
|---------------------------------------|---------|-------|-------|--------------------|-----------------|
|                                       | Al      | St    | Je    | Al-B <sup>1)</sup> | M <sup>2)</sup> |
| $l$                                   | = 13    | 13    | 65    | 19                 | 12 $h$          |
| $2Pm$                                 | = 7     | 14    | 14    | 14                 | 14 $lb$         |
| $C$                                   | = 16    | 2     | 1     | 5                  | 14 m — mm       |
| $\epsilon$                            | = 7040  | 20200 | 17700 | 10700              | 9560            |
| $\vartheta$                           | = 2.57  | 7.8   | 7.7   | 7.53               | 8.65            |
| $\vartheta \sqrt{\frac{1}{\epsilon}}$ | = 0.031 | 0.055 | 0.058 | 0.073              | 0.088           |

Die Bedeutung der Zahlen  $\vartheta \sqrt{\frac{1}{\epsilon}}$  erhellt aus Folgendem. Man denke sich aus jedem der Materialien einen Stab von quadratischem Querschnitt gefertigt. Die Länge  $2l$  sei in allen Fällen dieselbe, aber  $b = h$  variire so, dass, wenn jeder der Stäbe auf einer durch den Schwerpunkt gehenden mit  $bh$  parallelen Axe unterstützt und rechts mit  $P$  und links mit  $T$  Kilo belastet wird, in allen Fällen dieselbe Durchbiegung  $f_0$  eintritt. Nun ist allgemein  $f_0 = P\gamma$  und  $\gamma = \frac{4P}{\epsilon b h^3}$  oder für uns  $\gamma = \frac{4P}{\epsilon b^4}$ . Um  $\gamma$  constant zu machen, muss  $\epsilon b^4$  constant sein, wir haben also für's Gewicht  $W$  des Stabs

$$W = \text{const. } \vartheta \frac{1}{\sqrt{\epsilon}} \dots \dots \dots (15)$$

<sup>1)</sup> Die Aluminiumbronce war zehnpcentig aus der (jetzt eingegangenen) Fabrik von Bell in Newcastle. Sie war heiss geschmiedet und wurde später mit der Feile façonnirt.

<sup>2)</sup> Hart geschlagenes Messing.

In Bezug auf relative Leichtigkeit steht also das Aluminium oben an, und folgen darauf die übrigen Materialien in der Ordnung, in der sie in der Tabelle stehen. Aber während beim Eisen und Stahl die genannte Durchbiegung innerhalb der Beobachtungsfehler lag, nahm dieselbe beim Messing einen merklichen und beim Aluminium schon bei 3,5 lb beiderseitiger Belastung einen sehr merklichen Werth an. Ich bin deshalb geneigt, lieber dem Stahl die erste und der Aluminiumbronze die zweite Stelle zuzuerkennen.

Ueber Balkenformen von einem ganz allgemeinen Standpunkt Betrachtungen anzustellen, hat keinen Nutzen. Wir wollen deshalb lieber von der gebräuchlicheren Form des durchbrochenen Rhombus ausgehen und diese kritisiren; der Einfachheit wegen aber substituiren wir demselben zunächst ein System von zwei parallelen Stäben, je  $2l$  mm lang,  $b$  breit und  $h$  hoch, verbunden durch drei (für die Durchbiegung, wie wir annehmen wollen, nicht in Betracht kommende) Querstücke. Die Höhe des Profils sei  $= 2nh$ . Die Mittelaxe gehe durch den Schwerpunkt, und die Endaxen liegen, gleich ersterer in der neutralen Axe. Es ist dann, für 1 k rechts und 1 k links

$$\gamma_1 = \frac{1}{2} \frac{P}{\epsilon b h^3 \{ n^3 - (n-1)^3 \}} \dots \dots \dots (16)$$

Diese Formel ist Weisbach's Ingenieur entnommen. Derselbe sagt leider nicht, wie sich  $\gamma$  ändert, wenn die Stäbe, statt mit einander parallel zu laufen, gegen die Enden zu convergiren, und meine mathematischen Kenntnisse reichten nicht hin, diese Lücke auszufüllen. Aber soviel habe ich doch ermittelt, dass für einen gewissen Fall, in dem die Enden der Stäbe einander noch nicht berühren, die Formel die Gestalt

$$\gamma_2 = \frac{3}{4} \frac{P}{\epsilon b h^3 \{ n^3 - (n-1)^3 \}} \dots \dots \dots (17)$$

annehmen muss. Und diese Formel wollen wir für unsere Berechnungen adoptiren. Wenn wir festsetzen, dass, bei variablem  $l$ ,  $b$  und  $h$  constant bleibe,  $n$  sich aber so ändere, dass  $\frac{l^3}{n^3 - (n-1)^3} = \text{const.}$ , so ist  $\gamma = \text{const.}$   $l$ , wie wir dies oben<sup>1)</sup> annahmen. Nun berechnet sich für unsere obigen Stäbe die Maximalspannung per qmm in Kilogrammen zu

$$S = \frac{6 \cdot 100}{14.5 \cdot 25} \cdot P = \text{ungefähr } \frac{5}{3} P.$$

Bei Stahl, Eisen und Aluminiumbronze war für  $P = 7lb$ , die permanente Durchbiegung  $\varphi$  fast gleich Null; für  $P = \frac{7}{2} lb = 1.575 k$  wäre  $\varphi$  gewiss in allen drei Fällen unmerklich gewesen. Es halten also die drei Materialien eine Maximalspannung von  $S = \frac{5}{3} \cdot 1.575 = 2.63$  — sagen wir 2.5 k — sicher aus.

Für den durchbrochenen Rhombus kann man wohl setzen:

$$P = \frac{2}{3} \frac{Sbh^3}{l} \{ n^3 - (n-1)^3 \} \dots \dots \dots (18)$$

Für meine Oertling'sche Hektogramm-Waage fand ich  $h = 4$ ,  $b = 3$ ,  $n = 4.3$  (am

<sup>1)</sup> Seite 318.

grössten Querschnitt),  $l = 184$ . Hieraus für  $S = 2.5$  k berechnet sich die „Tragkraft“ zu

$$P = 4.3 \text{ Kilogramm}$$

sage 4300 Gramm statt der ca. 120 Gramm, für die das Instrument construirt ist. Freilich besteht der Balken nicht aus Aluminiumbronze, sondern aus Glockenmetall, aber selbst wenn wir für dieses Material nur 1.3 k Maximalspannung zulassen, kommt die berechnete Tragkraft immer noch auf 2000 g beiderseitige Belastung.

Hier muss irgendwie ein Fehler stecken und er ist leicht zu finden. Für die ihren Namen verdienende Präcisionswaage existirt der Begriff der Tragkraft im Sinne des Ingenieurs garnicht<sup>1)</sup>, und was man so zu nennen pflegt, ist einfach eine Function der etwa im Voraus festgesetzten Werthe für Initialempfindlichkeit und Empfindlichkeits-Inconstanz. Nach Formel (12) ist

$$p_m^2 = \frac{\delta}{a} \frac{l}{0.34 \gamma}$$

(für den Fall der vortheilhaftesten Schneidenstellung). Die Bedeutungen von  $a$  und  $\delta$  erhellen aus  $a = \frac{tg \alpha}{A}$  und  $\delta = \frac{a_0 - a_m}{a_m}$ , wo  $a_0$  und  $a_m$  sich auf  $p_0$  und  $p_m$  beziehen.

Für den genannten Oertling berechnet sich nach Formel (17)  $\gamma$  zu 0.056 mm per Kg, was mit dem Resultat einer unserer oben gegebenen Versuchsreihe für Bestimmungen von dem, was dort  $h$  genannt ist, übereinstimmt. Setzen wir diesen Werth für  $\gamma$  vielmehr  $\frac{1}{1000} h$  desselben in Formel ein und nehmen wir:

$$a^{-1} = 0.43, \delta = \frac{1}{10}, \text{ so folgt}$$

$$p_m = 655 \text{ g,}$$

ein immerhin recht respectabler Werth statt der von Oertling garantirten 100 g. Derselbe hatte aber ursprünglich eine etwa das Vierfache der hier angenommenen Empfindlichkeit vorgesehen, wodurch  $p_m$  sich auf 328 g reducirt.

Soweit darf wohl als ermittelt angenommen werden, dass selbst eine beiderseitige Belastung von sagen wir 500 g (statt der herausgerechneten 656) den Balken nicht permanent verbiegen würde. Und daraus würde folgen, dass der so allgemein adoptirte durchbrochene Rhombus in Bezug auf relative Festigkeit weit mehr leistet, als eigentlich nöthig wäre, und dass folglich die hier und da von Mohr und Anderen vorgeschlagenen, eine Erhöhung der Festigkeit abzweckenden monströsen Balkenformen als nutzlose Raffinements zu bezeichnen sind. Vielleicht wäre es nicht zu weit gegangen, wenigstens in Bezug auf die Frage der Festigkeit, schon den durchbrochenen Rhombus — dem einfachen Stab gegenüber — als ein solches anzusehen. Man denke sich einen stabförmigen Balken uns Aluminiumbronze  $l = 180$  mm,  $b = 3$  mm, grösste Höhe des Querschnitts = 18 mm, Höhe der Enden = 9 mm.

<sup>1)</sup> Bei den Festigkeitsberechnungen des Ingenieurs wird gewöhnlich Beanspruchung bis zur Elasticitätsgrenze vorausgesetzt und der erhaltene Querschnitt dann soweit vergrößert, dass eine bestimmte ( $n$  fache) Sicherheit erzielt wird. Auf die Durchbiegung wird meistens nur eingegangen, wenn die Natur des Bauwerks dies erfordert.

Das Gewicht eines solchen Balkens berechnet sich auf ca. 110 g, das  $\gamma$  zu 0.28 mm per Kg, also zum Fünffachen des für unsern Oertling angenommenen Werthes. Hieraus

$$p_m = 0.290 \text{ kg,}$$

wodurch  $\delta = \frac{1}{3}$  kg per qmm bedingt wird, was offenbar genügt.

Ich will damit nicht gesagt haben, dass ich den Herren Mechanikern rathe, von der gewohnten und in mancher (von Festigkeitsrücksichten ganz unabhängigen) Beziehung so zweckmässigen Form des durchbrochenen Rhombus abzugehen.

## Vorschläge zur Construction einiger optischer Vorrichtungen.

Von

Dr. Fr. Fuchs, Privatdozenten in Bonn.

### I. Interferenzspectrometer.

Werden einzelne Lichtarten des Spectrums durch Interferenz ausgelöscht, so erscheint die Farbenfolge durch eine Reihe von schwarzen Banden unterbrochen. Die allgemeine Bedingung für die Entstehung dieser Streifen besteht darin, dass das von einem Punkte des Spaltes ausgehende und sich in einem Punkte der Netzhaut wieder vereinigende Licht in zwei Strahlensysteme mit verschiedener optischer Weglänge zerlegt werde. Im Spectrum fallen dann diejenigen Farben fort, für welche der Gangunterschied eine halbe Wellenlänge beträgt.

Man kann den Strahlen diesen zum Zustandekommen des Phänomens erforderlichen Gangunterschied entweder vor dem Eintritt in den Spalt des Spectrometers, oder auf dem Wege zwischen Collimator und Fernrohr, oder endlich nach dem Austritt aus dem Ocular des Fernrohres ertheilen. Richtet man den Spalt eines Handspectroskops gegen ein dünnes Glasblatt, gegen eine in einem Metallringe ausgespannte Seifenblase oder dergl., so sieht man eine Reihe von schwarzen Banden im Spectrum, welche durch Interferenz des von der Vorderfläche und des von der Rückfläche des Blattes reflectirten Lichtes entstehen.

Lässt man das von dem Heliostaten reflectirte Licht vor dem Eintritt in den Spalt des Spectrometers durch eine dünne Glas- oder Glimmerplatte gehen, so treten wiederum Streifen im Spectrum auf und zwar in Folge der Interferenz des direct durchgegangenen und des zuerst von der Vorder- und dann von der Hinterfläche gespiegelten Lichtes.

Dieselben Streifen erhält man, wenn man die Collimatorlinsen, das Objectiv oder das Ocular des Fernrohres mit dem Blatte bedeckt. Wäre der Brechungscoefficient der Hornhaut von dem der wässerigen Feuchtigkeit merklich verschieden, so würde man Banden dieser Art beständig im Spectrum wahrnehmen.

Auf eine andere Weise entstehen die Interferenzstreifen, welche Esselbach zur Bestimmung der Wellenlängen der ultravioletten Strahlen benutzt hat. (Vgl. Pouillet-Müller, 7. Aufl. I. S. 857).

Bedeckt man die Hälfte der Collimatorlinse, des Objectivs oder des Oculars des Fernrohres mit einer dünnen Glasplatte, z. B. mit einem Deckgläschen, so geht

die eine Hälfte der Strahlen durch die Glasplatte, die andere durch eine Luftschicht von gleicher Dicke.

Die beiden Strahlensysteme erhalten einen Gangunterschied, weil die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes im Glase eine kleinere und die Wellen in ihm daher kürzer sind als in der Luft.

Nennt man  $z'$  resp.  $z$  die Zahl der in der Glasplatte, resp. in der Luftschicht liegenden Wellen eines Strahles bestimmter Schwingungszahl, so ist

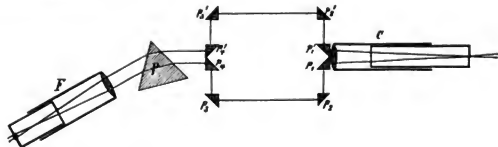
$$z' = \frac{n \cdot d}{h}; \quad z = \frac{d}{h}$$

$$z' - z = \frac{nd}{h} - \frac{d}{h}$$

worin  $d$  die Dicke der Glasplatte,  $h$  die Wellenlänge der betreffenden Lichtart in der Luft,  $n$  den Brechungscoefficienten für den Uebergang der Strahlenart aus Luft in Glas bezeichnet.

Diejenigen Stellen des Spectrums erscheinen hell, resp. dunkel, für welche  $z' - z$  gleich einer ganzen, resp. gleich einer ganzen Zahl plus  $\frac{1}{2}$  ist.

Die auf diese Weise entstehende Interferenzerscheinung würde sich bei vielen Untersuchungen verwerthen lassen, wenn man die Einrichtung so trüfe, dass man in den Gang der beiden Lichtbündel mit Bequemlichkeit Platten, Flüssigkeitsschichten, Compensatoren, u. dergl. einschalten könnte. Ich schlage behufs dessen die folgende Vorrichtung vor.



Auf einer horizontalen Platte stehen in genau symmetrischer Anordnung acht Reflexionsprismen  $p_1, p_2, p_3, p_4; p'_1, p'_2, p'_3, p'_4$ , durch welche das aus dem Collimatorrohre  $C$  austretende Licht in zwei getrennte Bündel  $p_1, p_2, p_3, p_4; p'_1, p'_2, p'_3, p'_4$ ; zerlegt und schliesslich wieder zu einem einzigen Bündel vereinigt wird. Dann geht das Licht durch das auf dem Tische des Spectrometers stehende zerlegende Prisma  $P$  und tritt von hier in das Fernrohr  $F$  ein.

Richtet man das Fernrohr direct gegen das aus den Prismen  $p_4$  und  $p'_4$  austretende Lichtbündel, so wird man bei ungenauer Einstellung der Prismen zwei nebeneinander liegende und gegen einander geneigte Bilder des Spaltes erblicken. Die Prismen müssen derartig justirt werden, dass die beiden Spaltbilder genau coincidiren.

Um die Gleichheit der Weglängen zu erreichen, werden die Prismen  $p_2$  und  $p_3$  auf einem durch eine Mikrometerschraube beweglichen Schlitten angebracht, so dass die Strecken  $p_1, p_2, p_4, p_3$  verlängert und verkürzt werden können. Diese Vorrichtung kann dann zugleich als Compensator benutzt werden.

Ist die Weglänge der beiden Strahlenbündel eine verschiedene, so erscheint

das Spectrum von Interferenzstreifen durchzogen. Die Streifen liegen um so dichter gedrängt bei einander, je grösser der Unterschied der Weglänge ist. Bei einer Vermehrung des Gangunterschiedes wandern die Streifen in der Richtung vom Violett zum Roth, bei Verminderung desselben rücken sie in der umgekehrten Richtung fort. Um daher die Prismen  $p_2, p_3$  in die Normalstellung — so heisse die Stellung, bei der die Weglängen die gleichen sind — überzuführen, dreht man die Mikrometerschraube so, dass die Streifen in der Richtung vom Roth zum Violett wandern. In der Normalstellung ist das Spectrum frei von Streifen und bei Ueberschreitung derselben kehrt sich die Bewegungsrichtung der Streifen um.

Dieser Apparat würde ähnliche Dienste leisten können wie der Jamin'sche Interferenzrefractor.

Er hat jedoch den Vorzug, dass sich hier, wo man im homogenen Lichte beobachtet, die Erscheinungen in der denkbar einfachsten Gestalt darstellen. Ich will auf einige Versuche, die man mit Hülfe der Vorrichtung anstellen kann, in Kürze hinweisen.

Man drehe die Mikrometerschraube, dass sich das Spectrum mit Interferenzstreifen fülle. Man zähle dann die Anzahl von Streifen, welche die Linie  $D$  passiren, während die Schraube um  $m$  Grade gedreht wird. Diese Anzahl sei gleich  $z$  gefunden. Da nun der Gangunterschied immer um eine Wellenlänge zunimmt, so oft ein folgender Streifen an die Stelle des vorhergehenden tritt, so besteht die einfache Beziehung

$$z = \frac{\delta}{h},$$

worin  $\delta$  die Dicke der eingeschalteten Luftschicht,  $h$  die Wellenlänge des Lichtes der Linie  $D$  in Luft bezeichnet. Da  $h$  genau bekannt ist, so kann  $\delta$  berechnet werden. Auf diese Weise kann also die compensatorische Vorrichtung producirt werden.

Zählt man die Zahl der Streifen  $z_1, z_2$ , welche gleichzeitig zwei Stellen des Spectrums passiren, während die Mikrometerschraube um einen gewissen Betrag gedreht wird, so erfährt man dadurch das Verhältniss der Wellenlängen  $h_1, h_2$ . Denn es ist

$$z_1 = \frac{\delta}{h_1}; \quad z_2 = \frac{\delta}{h_2},$$

also

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{h_2}{h_1}.$$

Man gebe dem Prismenpaare  $p_2, p_3$  die Normalstellung und vergrössere dann die Weglänge des entsprechenden Zweiges, bis der erste in der Richtung vom Violett zum Roth fortrückende Streifen über der Linie  $D$  steht. Der Gangunterschied betrügt alsdann für das Licht dieser Linie eine halbe Wellenlänge.

Schaltet man jetzt in demselben Zweig eine dünne durchsichtige Platte z. B. eine Glasplatte ein, so wird der Unterschied der optischen Weglänge vermehrt, und das Spectrum füllt sich mit Interferenzstreifen. Man drehe jetzt die Mikrometerschraube der compensatorischen Vorrichtung in der Richtung des sich vermindernenden Gangunterschiedes, bis der letzte Streifen, der die Bewegungsrichtung vom Roth zum Violett hat, über der Linie  $D$  liegt. Alsdann ist der ursprüngliche Gangunter-



schied wieder hergestellt. Nennt man nun  $d$  die Dicke der Platte,  $\delta$  die Dicke der ausgeschalteten Luftschicht,  $h$  die Wellenlänge des Lichtes der Linie  $D$  in der Luft,  $n$  den Brechungscoefficienten für den Uebergang dieser Lichtart aus der Luft in die Substanz der Platte, so besteht, wie sich leicht zeigen lässt, die einfache Beziehung

$$\frac{nd}{h} - \frac{d}{h} = \frac{\delta}{h}.$$

Mithin ist

$$n = \frac{\delta}{d} + 1.$$

Da  $\delta$  durch die vorhergegangene Graduation bekannt ist, so kann  $n$  nach Ermittlung der Plattendicke  $d$  berechnet werden.

Wird die beschriebene Vorrichtung in kleineren Dimensionen ausgeführt, so kann die Platte, welche die Reflexionsprismen trägt, mittels eines verticalen Ansatzstückes am Spectrometer an den Träger des Collimatorrohres angeschraubt werden. Sollen jedoch ausser Platten auch mit Gasen gefüllte Röhren u. dgl. zwischen die Prismen eingeschaltet werden, so reicht der Raum zwischen der Collimatorlinse und der Mitte des Spectromertisches nicht mehr aus, es sei denn dass man die Strecken zwischen den Prismen  $p_1 p_2, p_3 p_4, p'_1 p'_2, p'_3 p'_4$ , genügend gross machte und diese zur Einschaltung der Röhren benutzte. In diesem Falle wird man aber besser die Prismen und das Collimatorrohr auf einer längeren Platte anbringen und diese mittels eines eigenen Trägers mit dem Spectrometerrohr in Verbindung setzen.

Die Ausgleichung des Gangunterschiedes für die eine oder andere Strahlenart kann statt durch Veränderung der Luftstrecke auch durch Compensatoren von Glas erreicht werden. Ein solcher würde aus zwei keilförmigen Glasstücken bestehen, welche nach dem Vorbilde der in den Saccharimetern verwendeten Quarzkeile mittels einer Mikrometerschraube verschoben werden können, so dass sie zusammen eine Glasplatte von veränderlicher Dicke constituiren. (Vgl. Jamin, Cours de physique, 1866, III p. 547.)

Am zweckmässigsten würde man dann, um die Verhältnisse in beiden Zweigen möglichst gleich zu erhalten, zwei derartige Compensatoren, den einen zwischen  $p_2 p_3$ , den anderen zwischen  $p'_2 p'_3$  anbringen. Die Dicke der einen Compensatorplatte wird dann verändert, bis die Gleichheit der optischen Weglängen oder ein gewünschter Gangunterschied erreicht ist.

Wenn die Grösse bekannt ist, um welche sich die Dicke der Compensatorplatte bei Drehung der Mikrometerschraube verändert, so können die Brechungsexponenten derselben durch Zählung der Interferenzstreifen bestimmt werden, welche während der Drehung die eine oder andere Frauenhofer'sche Linie passiren. Nachdem diese Constanten ermittelt sind, wird man dann die Brechungsexponenten von Platten in analoger Weise, wie vorher angegeben worden, bestimmen können.

## Das photochemische Mikroskop.

Von

Dr. A. Tschirch in Berlin.

Um die Einwirkung hoher Lichtintensitäten an mikroskopischen Objecten direct auf dem Objectträger beobachten zu können, hat Professor Pringsheim in Berlin von Schmidt und Haensch ein Instrument bauen lassen, dessen Anwendung sowohl für die Thier- wie die Pflanzenphysiologie von hoher Bedeutung zu werden verspricht und mit Hülfe dessen bereits eine Reihe von pflanzenphysiologisch wichtigen Ergebnissen gewonnen worden ist<sup>1)</sup>.

Das Instrument ist doppelt, ja dreifach so gross als die gebräuchlichen Mikroskope und besitzt die Form der älteren Schieck'schen Stative.

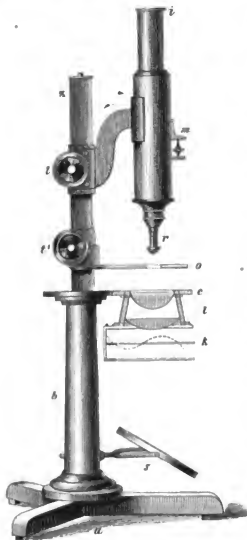


Fig. 1.

Das Instrument ist doppelt, ja dreifach so gross als die gebräuchlichen Mikroskope und besitzt die Form der älteren Schieck'schen Stative. Auf einem festen dreiarmigen Fusse *a* ruht die conische Säule *b*, an welcher der grosse runde Spiegel *s* angebracht ist. Derselbe besitzt einen Durchmesser von 160 mm und ist möglichst plan. (Völlig planparallele Glasspiegel sind leider noch immer so kostspielig, dass ihrer Anwendung, so wünschenswerth sie auch in vielen Fällen ist, manches Hinderniss im Wege steht.) Dieser Spiegel empfängt das Sonnenlicht von einem Heliostaten, dessen Spiegel — möglichst planparallel — erheblich grösser sein muss, als der der gewöhnlichen Heliostaten, damit der Spiegel *s* des photochemischen Mikroskopes in jeder Sonnenhöhe völlig beleuchtet ist. Eine Länge von 235 mm und eine Breite von 165 mm erwies sich als ausreichend, genügt wenigstens vollkommen. Die Säule trägt 165 mm über dem Spiegel einen festen circa 110 qmm grossen Tisch *c*, an welchem unten mittels eines Schraubenganges das zur Erzeugung des Sonnenbildes dienende Linsensystem angebracht ist. Bei den bisher gebauten Instrumenten besteht dies System aus einem Doublett zweier planconvexer Linsen, die in gemeinsamer Fassung *l* 28 mm von einander abstehen. Die untere hat eine Oeffnung von 66 und eine Brennweite von 93 mm, die obere eine Oeffnung von 48,4 und eine Brennweite von 35 mm. In dieser Zusammenstellung entwerfen sie, vollkommene Spiegelung voraus-

<sup>1)</sup> Zusammengestellt finden dieselben sich in „Untersuchungen der Lichtwirkung und Chlorophyllfunction in der Pflanze von N. Pringsheim; Leipzig, Engelmann.“

tels einer Schraube eine Scheibe anbringen, die entweder zwei federnde Klammern oder besser eine Doppelgabel *k* trägt, welche dazu dient, sowohl die farbigen Lösungen oder Gläser zur Erzeugung einfarbiger Sonnenbilder als die Absorptionsmittel der dunklen Wärmestrahlen aufzunehmen. Sollte es angezeigt sein, etwa die Wärmeabsorptionskästen zu verdoppeln oder verschiedene Absorptionsmittel zugleich anzuwenden, so lassen sich weitere Kästen leicht mittels Gummiringen unter den Gabeln befestigen, da die Höhe des Tisches *c* über dem Spiegel *s* Raum genug für 4—5 Absorptionskästen bietet. Die Anbringung derselben über den Linsen auf dem Tischchen *c*, gegen die sonst nichts einzuwenden wäre, empfiehlt sich nicht, da, während sich die Erwärmung unterhalb der Linsen gleichmässig über die ganze Flüssigkeit verbreitet, oberhalb derselben ein sehr heisser Lichtkegel einen kleinen Theil der Absorptionsflüssigkeit stark erhitzt, was namentlich bei Absorptionsflüssigkeiten wie Jod in Schwefelkohlenstoff leicht zu Explosionen führen kann. Freilich ist es in diesem Falle nothwendig, statt der anfangs von Pringsheim fast ausschliesslich angewendeten Desaga'schen Fläschchen<sup>2)</sup> für die Aufnahme der Absorptionsflüssigkeiten Glaskästen zu wählen, deren lichte Weite grösser als die Oeffnung des Doublets ist. Man verwendet dazu füglich runde, gut abgeschliffene 10 mm hohe Glasringe, welche an beiden Seiten durch ebene Glasplatten, die von starken Gummiringen zusammengehalten werden, verschlossen sind. In diesen Absorptionskästen halten sich — vorausgesetzt dass das Abschliessen sorgfältig geschieht — alle wässrigen Lösungen monatelang ohne erheblich zu verdunsten, besonders da eine am Rande schnell sich bildende Schicht von kleinen Crystallen für weiteren Verschluss sorgt. Schwefelkohlenstofflösungen freilich müssen stets erneuert werden, da selbst bei festem Verschluss doch sehr erhebliche Verdunstung stattfindet. Einen oder mehrere Versuche halten aber auch diese ohne Störung aus. Als Absorptionsflüssigkeiten erwiesen sich nach vielen Versuchen als geeignet: Zur Absorption von rothgelb eine Lösung von Kupferoxydammoniak, die in folgender Weise bereitet war. Eine bei circa 35° gesättigte Kupfersulfatlösung wurde solange mit zehnpromentigem Ammoniak versetzt, dass noch etwas von dem anfangs ausgeschiedenen Kupferoxydhydrat ungelöst blieb, und dann entsprechend verdünnt. Zur Absorption des blauen und rothen Endes des Spectrums dienten Lösungen von Kupferchlorid, die je nach der Intensität der Farbe und der Grösse der Absorption<sup>3)</sup> durch Verdünnen einer gesättigten Lösung des Salzes gewonnen wurden; zur Absorption des Grün-violet eine Lösung von Kaliumbichromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) und des Orange-violet eine Lösung von Jod in Schwefelkohlenstoff oder Jod in Jodkalium. Lösungen von organischen Farbstoffen sowie Anilinfarben erwiesen sich — wenigstens so weit die bis jetzt damit angestellten Versuche reichen — als nicht geeignet; sie besitzen wenigstens keine Vorzüge vor den obigen Lösungen. Doch können farbige Glasplatten, wenn man

<sup>2)</sup> Dieselben haben auch noch den Uebelstand, dass ihre Wände nie parallel sind und deshalb niemals reine und scharfe Bilder geben. Abgesehen davon, dass sie überhaupt nicht in einer Grösse angefertigt werden, die es erlaubt, sie unter der Linse anzubringen — die grössten, welche Greiner & Friedrichs in Stützerbach, Thüringen, anfertigen, sind 27 mm gross und 8,5 bis 9 mm hoch — so erfordern sie auch noch stets einen Glasring von entsprechender Höhe, in den man sie legen muss, damit der Objectträger oder die Gaskammer nicht unmittelbar auf sie zu liegen kommt.

<sup>3)</sup> Vgl. Pringsheim l. c. tab. XVI Fig. 1.

darauf sieht, dass sie möglichst gleichmässig im Glase sind, ebenfalls benutzt werden. Sämmtliche Absorptionsmittel sind selbstverständlich vorher im Spectralapparat auf ihren Absorptionswerth zu untersuchen. Zur Absorption der dunklen Wärmestrahlen kann man Wasser oder concentrirte Alaunlösungen verwenden.

Ueber dem unteren festen Tische, der die Absorptionskästen und das Doublett trägt, liegt ein mittels des Triebes  $t_1$  beweglicher Objecttisch  $o$ , der, in der Mitte durchbohrt, zum Auflegen der Objectträger oder der Gaskammern (oder auch der Desagafläschchen) dient. Vermittels dieses Triebes ist es leicht möglich, das Präparat in die Ebene des von dem Doublett entworfenen Sonnenbildes zu bringen oder es beliebig in dasselbe zu tauchen. Der Trieb  $t_2$ , wie auch  $t_1$ , der zur Bewegung des Mikroskoptubus dient, läuft an einer dreieckigen Zahnstange  $z$ . Der letztere,  $t_2$ , ermöglicht die grobe Einstellung des Sonnenbildes, nachdem das Präparat auf dem Tische  $o$  mittels  $t_1$  in die Ebene des Sonnenbildes gebracht ist, während die Mikrometerschraube  $m$  aussen am Tubus die feine Einstellung bewirkt. Besser ist die, auch an dem für das botanische Institut der Universität Berlin gebauten Instrumente bereits angebrachte, Einrichtung, die feine Einstellung mittels einer Tubusschraube zu bewirken, wie sie ähnlich bei den Immersionslinsen zur Anpassung an die Deckglasdicke angewendet wird. Um das Sonnenbild scharf einstellen zu können ist es erforderlich, dass man dasselbe völlig übersieht, und können daher nur schwache Vergrösserungen zur Anwendung kommen. Das Gesichtsfeld muss etwa 1 mm im Durchmesser haben. Um das Auge gegen das intensive Licht zu schützen, werden in einer ocularartigen Fassung eine beliebige Anzahl Rauchgläser auf das Ocular  $i$  gesetzt.

Durch Verschieben und Wegnehmen eines Schirmes zwischen dem Spiegel  $s$  und dem Heliostaten ist es möglich, die Versuche jeden Augenblick zu unterbrechen und wieder aufzunehmen.

Um Versuche in verschiedenen Gasen vornehmen zu können, hat Prof. Pringsheim sich, ebenfalls von Schmidt & Haensch, Gaskammern bauen lassen, die wesentlich von den bisher gebräuchlichen abweichen und grosse Festigkeit und Dauerhaftigkeit mit leichter und bequemer Handhabung vereinigen. Während die gläsernen Gaskammern überaus beweglich und nur schwer fest an einem Punkte liegend zu



Fig. 2.

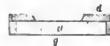


Fig. 3.



Fig. 4.

halten sind, auch sonst manche Unbequemlichkeit bieten, bleiben die Pringsheimschen Kammern — und das ist oft zu den Versuchen unbedingt nothwendig — fest und sicher, da sie aus Metall hergestellt sind, liegen. Ihre Form zeigt Fig. 2, ihren Querschnitt Fig. 3.

Der Boden derselben ist aus starkem Glase hergestellt, Seite und Deckel  $d$

aus Metall. Der letztere, der in der Mitte eine kreisrunde Oeffnung besitzt, an die von unten her ein Deckglas angekittet wird (Fig. 3), dient zur Aufnahme des hängenden Tropfens, in den das Präparat gelegt wird, und kann mittels der bei *i* drehbaren Arme *k* und der daran befestigten Schrauben *s* fest angedrückt werden. Wenn man die Fugen gut mit einem Gemisch von Wachs und Vaseline verschmiert und die Schrauben scharf anzieht, so schiesst die Kammer völlig luftdicht und verträgt selbst einen erheblichen Gasdruck. Durch die Röhren *g* wird das Gas zu- bzw. abgeleitet. Da der Boden der Kammer bei den Versuchen leicht beschlägt und alsdann die Fortsetzung des Versuchs unmöglich wird, so bedeckt man ihn mit einer dünnen Schicht Wasser. Ein Deckglas darf man, so sehr das Sonnenbild auch dadurch verbessert wird, auf das Präparat im hängenden Tropfen nicht legen, da, wie Versuche gezeigt haben, die Luft aus dem Wassertropfen sonst nicht völlig diffundirt<sup>4)</sup> und das Präparat demnach nicht der Einwirkung der reinen Gase sondern von Gemischen derselben mit Luft ausgesetzt ist. Da die Temperatur im Versuchstropfen besonders in weissem Licht eine höhere werden kann, als sie die Pflanze ohne Schaden verträgt, so kann man denselben dadurch abkühlen, dass man die Kammer mit Eis füllt und statt des Deckels *o* (Fig. 2) den Deckel *r* (Fig. 4) auflegt und auch diesen mit Eis bedeckt. Im letzteren Falle wird durch das Platin-kreuz *p* eine schnelle Wärmeleitung von Versuchstropfen nach dem Eise erreicht. So ist es möglich, wenn auch das zuzuleitende Gas stark abgekühlt wird, reine Belichtungswirkungen zu erzielen.

## Studien über Waagemanometer.

Von

Dr. Paul Schreiber in Chemnitz.

### IV. Weitere Vorschläge zu Neuconstructions von Manometern nach dem Waageprincip.

Die Vorschläge, welche ich jetzt machen werde, gründen sich auf die Resultate der im vorhergehenden Capitel besprochenen Experimentaluntersuchungen. Ich habe die noch nicht abgeschlossenen Versuche publicirt, um die Vorschläge jetzt bringen und begründen zu können. Ich bedaure zwar mit Unfertigem hervortreten zu müssen, sehe mich aber durch das Verfahren Anderer, die flüchtige Ideen sofort in allen möglichen Zeitungen publiciren und denen es nicht darauf ankommt, sie nachher zu widerrufen, hierzu veranlasst, um mir wenigstens die Priorität zu wahren. Ich glaube aber auch, dass die vorliegenden wenigen Versuche immerhin zu bestimmten Resultaten geführt haben, auf denen sich weiter bauen lässt. Meine Vorschläge sind nun folgende:

#### A. Normalmanometer und Normalbarometer mit Waagebalken und Spiegelablesung.

Das in Fig. 6 skizzirte Instrument soll dienen um Minderdruck von allen Grössen zu bestimmen. Es wird anwendbar sein von der Spannung an, welche dem

<sup>4)</sup> Die Entfärbung des Chlorophylls im intensiven Licht ist als das feinste Reagens auf Spuren von Sauerstoff zu betrachten. Dieselbe trat in allen den Fällen ein, wo ein Deckglas aufgelegt wurde.

äusseren Luftdruck gleich und auch wenig grösser ist, bis zu vollständiger Luftleere. Pumpet man demnach das Instrument mit einer Quecksilberluftpumpe vollständig aus, so wird man das Manometer auch als Barometer verwenden können. Es wird dies diesem Instrument die umfassendste Anwendbarkeit sichern. Will man auch Ueberdruck messen, so muss man den Trog länger machen und das Rohr mindestens soweit eintauchen lassen, als der Ueberdruck betragen soll.

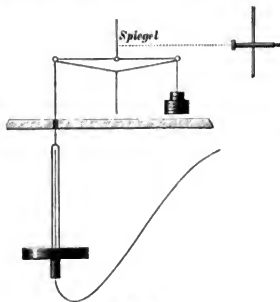


Fig. 6.

Ich denke mir einen Waagebalken, wie er für grosse physikalische Waagen angewendet wird, genau so wie bei der Waage montirt. Es wird die Waage in einem Kasten, womöglich mit doppelter Wandung stehen. Der Balken muss arretirbar sein und müssen die Schalen festgestellt und auch ihre Gehänge von den Schneiden abgehoben werden können. Der Waagekasten steht auf einem Schrank, in welchem sich das eigentliche Manometer befindet, und geht die Stange, durch welche das Manometer an dem Waagebalken hängt, durch den Boden des Waagekastens hindurch. Es kann demnach das Manometer abgehängt und die Waage auch zu anderen Zwecken verwendet werden. Zwischen dem Fernrohr und dem Spiegel müssen natürlich die Kastenwandungen aus Spiegelglas bestehen. Soll die Waage bloss für das Manometer gebraucht werden, so wird die Schale einfach aus einem Stab mit Querplatte bestehen. Die Gewichte bekommen Scheibenform und werden über einander geschichtet bis die Waage anfängt zu spielen, und erfolgt dann die Spiegelablesung. Natürlich müssen Vorrichtungen vorhanden sein, um vom Fernrohr aus die Senkung und Hebung des Manometers vornehmen zu können, um rasch mehrere Ablesungen hintereinander machen zu können, deren Mittel als Resultat genommen wird und deren Abweichungen vom Mittel ein Maass der Genauigkeit des Instrumentes bieten.

Hätte man ein Rohr von 30 mm lichter Weite und etwa 2 mm Wandstärke, so würde

$$C = 7.5 \text{ qcm} \quad B = 9.0 \text{ qcm}$$

sein, mithin erhalten wir

$$\text{die Bewegungsgrösse} = 7.5 : 1.5 = 5 \text{ cm}$$

$$\text{die bewegende Kraft} = 7.5 \cdot 13.6 = 102 \text{ g.}$$

Gestattet man dann dem Waagebalken eine Bewegung von 10 mm nach jeder Seite, so wird innerhalb einer Druckdifferenz von 4 mm Quecksilbersäule die Waage spielen können und man wird als kleinstes Gewicht 10 g nehmen, welches ungefähr der Druckänderung von 1 mm entspricht.

Um die Temperaturcorrection nicht anbringen zu müssen, wird man sich Gewichte machen, die man auflegt und so den Temperatureinfluss ausgleicht.

Soll das Instrument nur als Barometer benutzt werden, so wird man natürlich ein gewöhnliches Barometerrohr anhängen können.

Bei diesem Apparat ist demnach das Manometer gar nicht zu sehen. Man kann dasselbe derart vor Temperaturschwankungen durch Umhüllen schützen und rasch hintereinander eine solche Menge von Ablesungen machen, dass jedenfalls die Messungen genauer als mit jedem anderen Instrument angestellt werden können. Natürlich ist es nöthig, dass vorher die Röhre auf das sorgfältigste mit Quecksilber ausgewogen ist, dies unterliegt aber keinen Schwierigkeiten und kann bis zu jedem beliebigen Genauigkeitsgrad getrieben werden.

*B. Normalmanometer und Normalbarometer für directe Ablesung mit hydrostatischer Aufhängung und Spiegelablesung oder mit Libelle.*

In Fig. 7 ist ein Instrument dargestellt, welches wahrscheinlich etwas weniger genau als das vorige sein wird, dafür aber wesentlich billiger sich wird herstellen lassen. Es ist hierbei das Resultat der Untersuchungen des vorigen Capitels verwendet worden, dass die Einstellung schwimmender Körper in Quecksilber eine sehr scharfe ist, und liegt dann der Gedanke nahe, einen sogenannten Hydrostaten als Aufhängung eines Barometer- oder Manometerrohres zu verwenden. Damit die Bewegungsgrösse dieses Apparates möglichst bedeutend wird, muss der Cylinder, welcher aus dem Quecksilber des oberen Troges herausragt, möglichst dünn sein. Ich denke mir einen auf drei Spitzen stehenden Hebel, von denen zwei auf fester Grundlage aufrufen, während die dritte auf dem Schwimmer mit schwacher Kraft aufdrückt. Die beiden Spitzen auf dem Fundament bilden die Drehaxe, und steht dort auf dem Hebel der Spiegel dem Fernrohr mit Scala gegenüber.

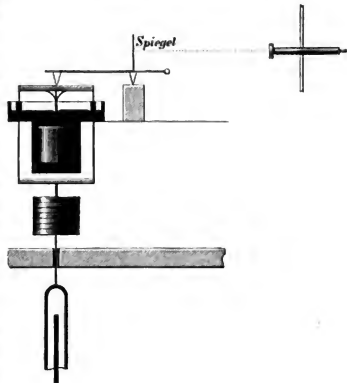


Fig. 7.

Man kann auch anstatt des Spiegels eine Libelle auf dem Hebel befestigen. Der Schwimmer trägt eine Waageschale, an welcher unten die Glocke angehängt ist. Auch hier kann die Vorrichtung so getroffen sein, dass das Manometer oder Barometer in einem vollständig geschlossenen Raum sich befindet, so dass nur der Hydrostat auf dem Tisch steht.

Im ersten Capitel hatten wir unter den bekannten Voraussetzungen die Differentialgleichung

$$0 = \sigma dP + C dy - Q dx$$

gefunden, worin  $dy$  die Zunahme des Ueberdruckes, welche bei einer Gewichtszunahme  $dP$  die Hebung  $dx$  der Glocke bewirkt. Wenn wir die Glocke an einem Hydrostaten angehängt haben, so wird bei einem Ansteigen des ganzen Systemes der Schwimmer des Hydrostaten schwerer werden und zwar um die Grösse:  $D s dx$ , wenn wir mit  $D$  den Querschnitt des Schwimmers,  $s$  das spec. Gewicht des Queck-

silbers bezeichnen und voraussetzen, dass der Querschnitt des Troges des Hydrostaten sehr gross gegen  $D$  ist. Um genau dieselbe Grösse muss aber die Glocke des Manometers leichter werden, da ja sonst ein Ansteigen überhaupt nicht eintreten könnte. Demnach wird

$$dP = -Ds dx$$

sein und es folgt die Bewegungsgrösse des Manometers zu

$$\frac{dx}{dy} = \frac{C}{Q + D} = \frac{C}{D + B - C}$$

Daraus sieht man, dass durch den Stab des Schwimmers um so mehr die Bewegung vermindert wird, je grösser  $D$  ist. Wenn man den Stab aus Stahl nimmt, so wird man ihn ziemlich dünn herstellen können. Hätten wir eine Glocke von circa 31 mm lichter Weite und etwa 1,5 mm Wandstärke, so würde  $B = 9.0$  qcm  $C = 7.5$  qcm sein. Dann wäre die Bewegungsgrösse bei constantem Gewicht der Glocke  $= 5$ .

Hier könnte man dem Schwimmerstab des Hydrostaten schon einen Durchmesser von 8 mm geben, wenn dadurch die Bewegungsgrösse auf 3.75 heruntergedrückt werden soll, da dann  $D = 0.5$  qcm sein würde. Bei einer etwas geringeren Stärke würde ein Stahlstab noch bei weitem die genügende Festigkeit haben und könnte man immer noch erreichen, dass eine Zunahme des Ueberdruckes im Apparat um 1 Millimeter Quecksilbersäule das Instrument um 4 mm hebt, und wird man dann mit Hälfte der Spiegelablesung die Genauigkeit der Druckmessung bis zu jeder beliebigen Grösse treiben können. Die bewegende Kraft bleibt unverändert  $Cs$ , würde also in unserem Fall für 1 mm Druckänderung ungefähr 10 g betragen.

Besonders günstig ist diese Einrichtung bei Barometern, deren unterer Theil enger ist als der obere. Hier erfordert die Stabilität des Gleichgewichts, dass

$$D > C - B$$

wenn hier  $C$  den Querschnitt der Kammer, d. h. den lichten Querschnitt des oberen weiten Theiles,  $B$  den totalen Querschnitt des unteren Rohrstückes bedeuten. Wäre hier das obere Stück des Rohres 31 mm im Lichten weit, betrüge dagegen der äussere Durchmesser des unteren Theiles etwa 16 mm, so wäre ungefähr

$$C = 7.5 \text{ qcm} \quad B = 2 \text{ qcm.}$$

Würde hier

$$D = 7.5 - 2 = 5.5 \text{ qcm,}$$

also der Schwimmerstab circa 26.5 mm dick gemacht worden sein, so würde die Bewegungsgrösse unendlich gross und eine Messung mit dem Apparat unmöglich sein. Bei kleinerem Durchmesser würde das Gleichgewicht labil sein, man wird also hier den Schwimmerstab stärker als 26.5 mm wählen, oder man muss das untere Ende der Röhre verstärken.

Handelt es sich um Messung sehr kleiner Druckdifferenzen mit der grössten Genauigkeit, so wird man sehr weite Glocken mit möglichst grossem Hohlraum und engen Zuleitungsröhren anwenden, um die Einwirkung der raschen Druckänderungen möglichst unschädlich zu machen und bequeme Ablesung erzielen zu können. Ich habe hierbei hauptsächlich die Bestimmung der Geschwindigkeit bewegter Luft mittels der Pitot'schen Röhre im Auge. Je weiter die Glocke ist, um so grösser wird die bewegende Kraft und die Bewegungsgrösse werden und um so kleiner wird sich der Einfluss der Oberflächengestaltung geltend machen können.



C. Registrirende Manometer und Barometer mit hydrostatischer Aufhängung.

Die Anwendung der hydrostatischen Auflängung gestattet nun auch überaus einfache Registrirbarometer und auch Registrirmanometer (mithin auch registrirende Luftthermometer etc.) herzustellen. In Fig. 8 ist das Princip eines derartigen Instrumentes skizzirt. Der Schwimmer des Hydrostaten kann hier eine Glasröhre von passendem Durchmesser sein, die in einen Rahmen eingespannt ist, an welchem unten die Glocke des Manometers hängt.

Die Säulen des Rahmens des Hydrostatenschwimmers werden leicht zwischen halbrund ausgedrehten Rädchen geführt, und trägt die eine Säule den Stift, welcher die Bewegung des Hydrostaten auf einen Cylinder aufschreibt. Diesen Stift kann man durch Federkraft beständig aufdrücken und so continuirlich schreiben lassen, und wird dies das beste sein, wenn man die Aufzeichnungen für meteorologische Zwecke braucht. Wir haben ja gesehen, welche enorme bewegende Kraft man hier den Aenderungen des Luftdruckes oder des relativen Manometerstandes geben kann. Wenn das Papier dann auf dem Cylinder recht glatt ist, wird ein Bleistift nur geringen Reibungswiderstand darbieten und geringe Fehler geben. Für Apparate, die unter beständiger Aufsicht stehen, wird man auch hier Capillarfedern anwenden können, oder man berusst das Papier und genügt dann eine leise Berührung desselben durch den Stift, um deutliche Zeichnungen zu erzielen. Sehr genau können jedoch die continuirlichen Aufzeichnungen bei keinem derartigen Apparat, wegen der Oberflächeneinwirkung werden. Will man die wegbringen, so muss man die Aufzeichnung intermittirend durch eine mechanische oder elektromagnetische Kraft bewirken und vor jeder Aufzeichnung ein Gewicht in das Quecksilber des Manometers einsenken, um die Kuppen gleichförmig zu wölben. Aber die zu erwartenden Fehler werden höchstens beim Barometerstand von einiger Bedeutung sein können und auch da nur in den seltensten Fällen; also wozu die Apparate unnöthig complicirt und theuer machen? Wenn der Cylinder einigermaßen gleichmässig rotirt, braucht man auch keine Zeitmarken und denke ich, dass die Form weit bequemer, sowie sicherer und billiger als alle bisherige Apparate sein wird.

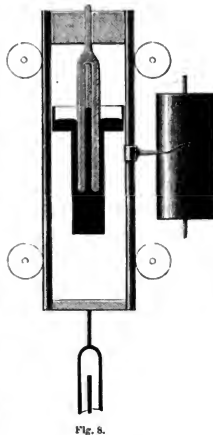


Fig. 8.

Die Grösse der Bewegung hat man in der Hand, man kann dieselbe durch den Durchmesser des Hydrostatenschwimmers beliebig reguliren.

Ich will auch einen Vortheil hier erwähnen, dass nämlich bei der vorliegenden Einrichtung das Instrument sich wahrscheinlich leicht compensiren lässt gegen die Einflüsse der Aenderung der Instrumentaltemperatur und zwar einfach dadurch, dass der Hohlraum des aus Glas hergestellten Hydrostatenschwimmers ganz oder zum Theil mit einer Flüssigkeit gefüllt wird, welche eine grössere Ausdehnung als

das Quecksilber besitzt und von denen man ja eine grosse Auswahl hat. Wenn der Schwimmer bloss aus Glas besteht und hermetisch geschlossen ist, so muss bei constanter Belastung mit zunehmender Temperatur ein Einrücken desselben in das Quecksilber eintreten, weil sich das Glas weniger als das Quecksilber ausdehnt. Hat man aber den Hohlraum des Schwimmers mit einer Flüssigkeit gefüllt, welche sich stärker ausdehnt als Quecksilber und die Einrichtung so getroffen, wie sie in Fig. 8 angedeutet ist, dass eine Röhre von unten in der Mitte des Schwimmers aufragt und diese Röhre stets theilweise mit Quecksilber angefüllt ist, so wird man es leicht so weit bringen können, dass eine Temperaturänderung entweder gar keine Wirkung hervorbringt, ja sogar bei Zunahme derselben ein Ansteigen des Schwimmers stattfindet. Auf diese Weise wird man wahrscheinlich die Compensation leicht erreichen können.

Jedoch glaube ich, ist die Frage der Temperaturcompensation eine nebensächliche und begreife ich nicht, wie man dieselbe bei manchen Constructionen als Hauptvorteil anderen gegenüber hinstellen kann. Wie leicht ist es, einen registrierenden Apparat so aufzustellen, dass ihn wenigstens tägliche Schwankungen der Temperatur nicht treffen. Die Hauptsache bei einem Registrirapparat ist und bleibt „Sicherheit der Function“ und die wird bei dem vorgeschlagenen Instrument mit oder ohne Temperaturcompensation erreicht sein. Ich will hier noch erwähnen, dass eine derartige Einrichtung auch sich zu Stationsbarometern für directe Beobachtung eignet. Man lässt hier den Markirstift vor einer Scala, die gleich den Barometerstand in Quecksilbersäule giebt, sich bewegen. Der Beobachter legt vor der Ablesung ein kleines Gewicht auf, welches den Temperatureinfluss compensirt und kann dann gleich den auf 0" und auch Meeresspiegel reducirten Barometerstand ablesen.

Ungewöhnliche Beobachter werden hier viel sicherere Ablesungen liefern als an dem gewöhnlichen Instrumente, und wird der Vortheil, dass das Barometer nicht das Fenster wegnimmt, sondern irgendwo in einem Winkel, vom Kasten dauernd umgeben, aufgestellt werden kann, oft in das Gewicht fallen.

Chemnitz am 1. Juni 1881.

## Ueber einen Hülsheliotropen am Fernrohr.

Von

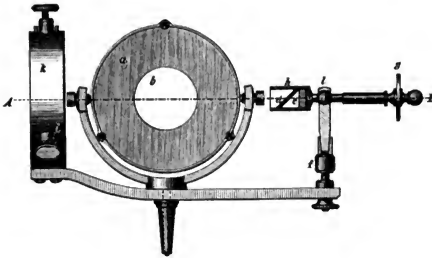
F. H. Reitz in Hamburg.

Dem im Jahre 1870 von mir construirten und in mehreren Fachschriften (z. B. Jordan, Vermessungskunde, Band II) beschriebenen Heliotropen habe ich eine neue, manchem Geodäten, Ingenieur und Reisenden vielleicht erwünschte Einrichtung gegeben, die durch nachstehende Figur theils in Ansicht, theils im Durchschnitt in wirklicher Grösse dargestellt wird.

Soll ein Hülsheliotrop praktisch sein, so muss er schnell zum Gebrauch fertig, leicht am Fernrohr anzubringen und zu justiren, klein und leicht zu verpacken und endlich bequem zu gebrauchen sein. Diesen verschiedenen Anforderungen genügt das hier beschriebene Instrument gewiss ausreichend. Es ist klein und lässt sich in einer Ecke eines Theodolitkastens oder in einem kleinen besondern Kästchen

unterbringen, mit einer einzigen Schraubenbewegung am Fernrohr befestigen und bequem gebrauchen. Die Justirung ist sicher und schnell auszuführen.

Der Heliotrop ist neuerdings auch für die Telegraphie in Gegenden, wo fast ununterbrochen Sonnenschein herrscht, zur Verwendung gekommen. Auch für diese Zwecke würde meine Construction gute Dienste thun. Der Heliotrop wird an ein



gewöhnliches Zugfernrohr mit Baumschraube befestigt und alles ist zum Telegraphiren bereit. Es ist nicht einmal nöthig, das Fernrohr mit Fadenkreuz zu versehen, da der taxirte Mittelpunkt des Gesichtsfeldes mit genügender Genauigkeit die Visirlinie feststellt.

Der Apparat ist mittels des Klemmringes *k* auf dem Objectivende des Fernrohrs befestigt. Der grosse Spiegel *a*, in der Figur der Einfachheit wegen parallel zur Ebene der Zeichnung dargestellt, reflectirt das Sonnenlicht in der Richtung der optischen Axe *AB* nach der entfernten Empfangsstation.

Ein zweiter kleinerer Spiegel *c*, welcher in der Hülse *k* normal zur Fernrohraxe steht, fängt gleichfalls Licht von *a* auf und wirft es in das Fernrohr. Da ferner in *b* eine Stelle des Spiegels *a* von der Folie befreit ist, so erblickt man in dem Fernrohre sowohl das Sonnenbild als auch die Gegend, nach welcher signalisirt wird.

Die Theorie des Instruments ist so einfach, dass sie jedem Fachmann sogleich klar sein wird.

Um das vom Spiegel *c* entworfene Sonnenbild für das Auge angenehm zu machen, ist ein schwaches Sonnenblendglas *d*, schrägliegend, vor *c* angebracht. Die schräge Lage ist gewählt, damit die Sonnenstrahlen, von der Oberfläche des Blendglases reflectirt, nicht blenden und die Erscheinung des von *c* entworfenes Bildes der Sonne nicht stören.

Will man ein Signal geben, so richtet man das Fernrohr auf den entfernten Punkt und dreht den Spiegel *a*, bis man das von *c* entworfene Sonnenbild im Fadenkreuz oder in der taxirten Mitte des Gesichtsfeldes erblickt.

Man hat bei dieser Einrichtung die Annehmlichkeit, die Gegend und die antwortenden Signale ohne Unterbrechung beobachten zu können, da das von dem Spiegel *c* entworfene Sonnenbild etwa wie das Bild des Mondes am Tage auf der Gegend zu ruhen scheint. Auch das durch eine geringe Drehung des Spiegels *a* zu bewirkende Abgeben von zählbaren, zum Signalisiren gebrauchten Blitzen lässt

sich mit der hierbei so sehr nöthigen Präcision ausführen, indem man jenes schwache Sonnenbild mit dem immer sichtbar bleibenden entfernten Punkte oder dem Fadenkreuz einen Augenblick zur Deckung bringt.

Die Justirung wird bei diesem Heliotropen auf folgende Weise am besten ausgeführt. Man richtet das Fadenkreuz auf einen gut markirten Punkt in etwa 10 bis 20 m Entfernung, dreht den Spiegel *a* so, dass die gut zu taxirende Mitte des von ihm reflectirten Sonnenlichtes auf diesen Punkt fällt und bringt hierauf den kleinen Spiegel *c* mittels des Kugelgelenkes *l* in eine solche Stellung, dass das Sonnenbild im Fadenkreuz erscheint. Der Ring *f* dient zur Festklemmung des kleinen Spiegels.

Um sogleich eine annähernd richtige Stellung des kleinen Spiegels ohne anstrengendes Suchen zu erhalten, bedient man sich der kleinen weissen Scheibe *g* (Sucher), die nach der Justirung abgenommen wird.

Man sieht am concentrischen Schatten der Hülse *h* auf der genannten Scheibe, ob eine annähernd richtige Stellung vorhanden und vollendet dann die Aufstellung, indem man in das Fernrohr sieht, nachdem man das Ocular vorher für unendliche Entfernung annähernd eingestellt.

Die beschriebene Justirung lässt sich in wenigen Minuten ausführen und ist unvergleichlich viel kürzer als die anderer in Verbindung mit Fernrohren zur Verwendung kommender Hülsheliotropen.

Die kleine weisse Scheibe *g* (Sucher) kann auch benutzt werden, um beim Signalisiren die annähernd richtige Stellung des grossen Spiegels *a*, ohne das sonst bei Heliotropen mit Fernrohr eintretende lästige Suchen, zu finden. Man erreicht durch die Anwendung des Suchers *g*, dass man das Sonnenbild schon im Gesichtsfeld des Fernrohres vorfindet, wenn man nun genauer einstellen will.

Zur Befestigung am Fernrohre, auch für verschiedene Durchmesser der Objective geeignet, dienen drei mit Fassplatten versehene Schrauben *i*, von denen zwei in der Figur sichtbar sind. Für ein bestimmtes Fernrohr schraubt man dieselben gleichmässig so weit hinein, bis das Objectiv nach dem Augenmaass concentrisch von dem Ringe *k* umgeben erscheint. Durch eine geringe Drehung einer dieser Schrauben wird eine genügende Befestigung des Instruments am Fernrohre später ausgeführt.

Die Mechaniker Dennert & Pape in Altona haben den beschriebenen Heliotropen mehrfach nach meinen Angaben ausgeführt.

## Kleinere Mittheilungen.

### Ein neues Scalenfernrohr mit Spiegelablesung.

(Aus den Sitzungsberichten der Würzburger Phys.-med. Gesellschaft vom Herrn Verfasser im Auszuge mitgetheilt.)

Die Bedingungen, denen ein wirklich zweckentsprechendes und für jeden vorkommenden Fall brauchbares Scalenfernrohr genügen muss, lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Stabilität und hiermit zusammenhängend symmetrische Anlage aller Theile, resp. Balancirung der ausser der Mitte liegenden Scale, grosse Neigung des Fernrohres und Feinstellung der beiden Drehungsebenen, grosses Gesichtsfeld desselben, Möglichkeit, auf ganz kurze Entfernung beobachten zu können, selbstständige Verstellbarkeit des Fernrohres in verticaler

Richtung und des Scalenträgers in jeder Richtung, Möglichkeit, Scalen von verschiedenem Querschnitt leicht und sicher befestigen zu können.

Unter den vorhandenen Constructionen ist, obwohl jede ihre Vorzüge besitzt, keine, welche die vorstehenden Anforderungen sämmtlich erfüllt. Es schien desshalb wohl der Mühe werth, unter Beibehaltung der guten Eigenschaften der älteren Constructionen und Hinzufügung entsprechender Verbesserungen ein neues Ablesefernrohr zu construiren, das in keiner Beziehung mehr etwas zu wünschen übrig lässt. Ich glaube dies durch die nachfolgend beschriebene Anordnung erreicht zu haben.

Für den Unterbau ist die Form der Theodoliten unter Hinweglassung der Kreise adoptirt, und zwar hauptsächlich, um dem Fernrohr grössere Neigungen in verticaler Ebene zu gestatten und es hierdurch auch zu kleineren astronomischen Beobachtungen fähig zu machen. Zu diesem Zweck kann auch eine Reitlibelle auf der Drehungsaxe des Fernrohrs, eventuell auf der Basis des Lagerstücks angebracht werden. Letzteres setzt sich nach oben in der Mitte zusammenlaufend fort, und trägt einen Cylinder, an dem sich der Scalenträger leicht gleitend verstellen lässt. Dieser Cylinder kann abgenommen und auf beiden Seiten am Lagerstück oberhalb der Fernrohrzapfen in horizontaler Lage eingeschraubt werden. Seitlich am Cylinder befindet sich eine Rippe, welche bewerkstelligt, dass nach jeder Verschiebung des Scalenträgers die Scale dieselbe Richtung zur optischen Axe des Fernrohrs beibehält.

Der Scalenträger ist so eingerichtet, dass Scalen von Holz mit beliebigem Querschnitt ebensowohl wie Scalen von Glas sicher befestigt und auch in der Längsrichtung verschoben werden können, um einen beliebigen Theilstrich mit dem Fadenkreuz des Fernrohrs zur Einstellung zu bringen. Die Unterlage der Scalen hat in der Mitte einen Ausschnitt, welcher gestattet, das Instrument mit der Scale dicht an von der Decke des Beobachtungsraumes herabhängende Senkel zu rücken. Nach Lösung der Schraubenmutter unterhalb der Unterlagplatte des Scalenträgers lässt sich diese gegen das Fernrohr verstellen, resp. die rechtwinkelige Lage der Scale zur optischen Axe des Fernrohrs corrigiren.

Das Objectiv des Fernrohrs hat eine Oeffnung von 40 mm und eine Brennweite von 32 cm; dieses günstige Verhältniss verleiht dem Fernrohr grosse Helligkeit. Die Oculare, die sich leicht auswechseln lassen, bestehen aus 3 planconvexen Linsen und geben mit einem scheinbaren Gesichtsfeld von 52° 24, 32 und 40malige Vergrößerung. Das Auszugrohr lässt sich mittels Zahn und Trieb so weit herauschieben, dass man noch auf 120 cm Entfernung (also auf 60 cm Entfernung



MADE IN GERMANY

vom Spiegel) beobachten und ablesen kann. Zwei seitliche gegen die Zahnstange drückende Schrauben dienen einestheils zur Normalstellung des Fadenkreuzes, andertheils zum Festklemmen des Auszugrohrs, nachdem das Fernrohr auf eine bestimmte Entfernung eingestellt ist. Durch Klemmringe und Mikrometerschrauben mit Gegenschraubfeder ist das Fernrohr in seinen beiden Bewegungs-Richtungen einzustellen, während nach Lösung der Klemmschrauben eine sanfte Drehung aus freier Hand vorgenommen werden kann.

Das ganze Instrument kann man zur bequemeren Einstellung nach Art einer Winde aus dem Fusse mit Leichtigkeit herausheben und senken und in jeder Lage mittels einer einarmigen Klemmschraube feststellen. Besondere Sorgfalt wird der Anfertigung der Scalen gewidmet. Die Papierscalen werden aus drei Theilen von altem trockenen Holze verleimt, mit Papier überzogen und dann erst mit der Theilmaschine getheilt, um so eine durch Eingehen des Papiers stattfindende Ungenauigkeit der Theilung zu vermeiden. Scalen aus Spiegelglas verdienen den Vorzug; allerdings ist es gut, wenn auch diese der Helligkeit wegen mit weissem Papier überzogen werden, indessen ist ein hierdurch veranlassetes Verziehen der Glasscalen bei genügender Dicke nicht zu befürchten. Die besten Erfolge werden jedoch mit Scalen aus Milchglas erzielt; ich fertige solche neuerdings von ganz eben geschliffenem und polirtem Milchglase, welche die Papierscalen in der That bei weitem übertreffen.

Diese Ablesefernrohre werden in drei verschiedenen Grössen angefertigt; die vorstehende Abbildung zeigt es in  $\frac{1}{4}$  natürlicher Grösse der mittleren Sorte. Die kleinere Sorte hat ein Fernrohr von 30 mm Oeffnung, 25 cm Brennweite, die grössere eine solche von 55 mm Oeffnung und 55 cm Brennweite.

In einem jüngst ausgegebenen Preisverzeichniss eines Mechanikers ist das Instrument ebenfalls abgebildet; so erfreulich die hierdurch documentirte Anerkennung für den Constructeur auch sein mag, so soll hier nicht unerwähnt bleiben, dass in jenem Verzeichniss die Quelle anzugeben versäumt ist.

*Eug. Hartmann in Würzburg.*

### Specifische Gewichte einiger Glassorten.

Gelegentlich einer Untersuchung über die elektromagnetische Drehung der Polarisations-ebene der strahlenden Wärme sind von mir die specifischen Gewichte einiger Glassorten bestimmt worden, welche mir von Herrn Mechaniker Hänsch (i. F. Franz Schmidt & Hänsch) für die Untersuchung bereitwilligst und freundlichst zur Verfügung gestellt worden waren. Es war mir gestattet worden, die bezüglichen Wägungen in den Räumen und mit den Hilfsmitteln der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Commission auszuführen, so dass den Ergebnissen ein hoher Grad von Genauigkeit innewohnt. Da diese Glassorten dieselben sind, welche für die Construction optischer Apparate am meisten zur Verwendung kommen, so dürften die genauen Angaben ihrer specifischen Gewichte manchem Physiker oder Mechaniker erwünscht sein. Die untersuchten Stücke sind folgende:

1. Sehr schweres Flintglas (extra heavy); Brechungsexponent für die D-Linie 1,650; (welches für spectralanalytische Zwecke, bei denen es auf starke Dispersion ankommt, angewandt wird, z. B. für Prismenkörper *à vision directe*, ferner für Mikroskopsysteme mit starker Oeffnung), und zwar:

- a) ein Prisma von gleichsehnklig dreieckigem Querschnitt von 158 mm Länge, 48 mm Basis und 43 mm Schenkellänge:

$$\text{Gewicht im luftleeren Raume: } G = 687 \cdot 31388;$$

$$\text{Volumen bei } 0^{\circ} \text{ C.: } V_0 = 177 \cdot 662352;$$

$$\text{demnach specifisches Gewicht: } \gamma = 3,8781;$$

- b) ein Prisma mit quadratischem Querschnitt (52 mm Seite) von 42 mm Länge:

$$G = 451 \cdot 12859; \quad V_0 = 116 \cdot 662783; \quad \text{demnach } \gamma = 3,8796;$$

- c) ein Prisma von nahezu denselben Dimensionen:

$$G = 458 \cdot 25534; \quad V_0 = 118 \cdot 661341; \quad \text{demnach } \gamma = 3,8791.$$

2. Leichtes Flintglas; Brechungsexponent für die D-Linie 1,573; (welches vorzugsweise zu Objectiven für photographische Zwecke verwandt wird):  
ein Parallelepipedon 117 mm lang, 34 mm breit und 42 mm hoch:  
 $G = 537^{\circ}90459$ ;  $V_0 = 168^{\text{sec}}0762$ ; demnach  $\gamma = 3,2004$ .
3. Spiegelglas; Brechungsexponent für die D-Linie 1,538;  
eine Platte von 107 mm Länge, 65 mm Breite und 24 mm Dicke:  
 $G = 416^{\circ}50315$ ;  $V_0 = 152^{\text{sec}}8452$ ; demnach  $\gamma = 2,7250$ . —

*Dr. Leo Grunmach.*

## Vereinsnachrichten.

**Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik.** Sitzungen vom 7. und 21. Sept. 1881.  
Vorsitzender: Herr Dörrfel.

In der Sitzung vom 7. September machte Herr Hirschmann Mittheilung über die Vorbereitungen für die im Jahre 1882 in Berlin stattfindende „Ausstellung für Hygiene und Rettungswesen“. Es haben sich bereits in Deutschland, Oesterreich und der Schweiz zahlreiche Local-Comités gebildet, und verspricht die Ausstellung eine ausserordentliche Ausdehnung anzunehmen und seltene Vollständigkeit zu erreichen. Die Anmeldung der Ausstellungsgegenstände muss bis zum 15. November bewirkt werden, der Preis für jedes Quadratmeter Raum ist auf 30 M. festgesetzt.

Hierauf beschliesst die Gesellschaft auf Grund eines Referats des Herrn Hänsch die bisher unterhaltene Fachschule aufzulösen und die Schüler derselben der Handwerkerschule zuzuführen, welche vom 1. October d. J. eine eigene Fachklasse für Mechaniker und Optiker errichtet.

Endlich wird ein Löthkolben mit Selbstheizung nach Paquelin'schem System vorgeführt und erklärt.

In der Sitzung vom 21. September hält Herr Docent Dr. E. Dreher einen Vortrag über „die Ursache der Phosphorescenz der sogenannten leuchtenden Materie nach vorangegangener Insolation“. Es wurde grünleuchtende und violetteleuchtende Materie vorgeführt und mit Benutzung von Magnesiumlicht einer Reihe von Experimenten unterworfen, aus denen wir hier nur besonders hervorheben, dass nach Einschalten einer concentrirten, im durchgelassenen Licht vollkommen farblosen Aesculinlösung in den Gang der von der Lichtquelle ausgehenden Strahlen die letzteren nicht, wie vorher, im Stande waren, Phosphorescenz hervorzurufen. Aus seinen Versuchen schloss der Herr Vortragende, dass die chemischen Strahlen, (die auf das Chlorsilber zersetzend wirken) die Phosphorescenz der leuchtenden Materie verursachen.

Der Schriftführer: *Blankenburg.*

## Neu erschienene Bücher.

**Leibniz's und Huygens's Briefwechsel mit Papin, nebst der Biographie Papin's und einigen zugehörigen Briefen und Actenstücken.** Bearbeitet und herausgegeben auf Kosten der Kgl. Preussischen Akademie der Wissenschaften von Dr. Ernst Gerland. Berlin, Dümmler. 1881. *M.* 13,50.

Das vorliegende Werk, dessen Bearbeiter und Herausgeber, Dr. Ernst Gerland, in weiten Kreisen auf dem Gebiete der Wissenschaftsgeschichte bekannt ist, bildet einen sehr dankenswerthen Beitrag zur Geschichte der Erfindungen im 17. und 18. Jahrhundert. Der erste Abschnitt enthält eine eingehende Beschreibung vom Leben und Wirken Papin's, deren Hauptmomente wir wiedergeben wollen. Zu Blois 1647 von reformirten Eltern geboren, kam Papin als Doctor der Medicin nach Paris, wo er mit Huygens an den Verbesserungen der kurz vorher erfundenen Luftpumpe arbeitete. Da aber die religiöse Intoleranz, die damals in Frankreich ihren Gipfelpunkt erreicht hatte, ihm nicht gestattetete sich in seinem Vaterlande eine Existenz zu gründen, ging er nach London als Assistent Robert Boyles, auf dessen Empfehlung

hin er Mitglied der Royal Society wurde, und blieb daselbst mit einer Unterbrechung von zwei in Venedig verbrachten Jahren, bis ihn der Landgraf von Hessen 1688 als Professor der Mathematik nach Marburg berief. Hier und zuletzt in Cassel hat er den grössten Theil seiner Arbeiten ausgeführt. Die Mittel, die ihn der Landgraf gewährte, waren aber sehr beschränkt, so dass er sich bei allen Gelegenheiten gehemmt und gehindert sah. Er kam bald in den Ruf eines Projectenmachers, den er bis auf die Neuzeit behielt, und sah sich zuletzt genöthigt, 1707 nach England zurückzukehren. Die letzte Zeit seines Lebens, welche in dem Gerland'schen Buche mit vieler Tragik geschildert ist, wird von dem Kampfe mit dem widrigsten Geschehisse ausgefüllt, dem er wahrscheinlich 1712 in Elend und Armuth unterlag. Die Erfindungen Papin's an Instrumenten und Maschinen sind sehr zahlreich; wir müssen uns unter Hiuweis auf das Buch selbst darauf beschränken, nur Einzelnes hervorzuheben. Der Zeit seiner ersten Thätigkeit verdanken wir vielfache Verbesserungen der Luftpumpe; wir haben ihn als den eigentlichen Erfinder des doppeltdurchbohrten Hahnes und der zweistiefligen Pumpe anzusehen. Letztere, deren Construction man bisher Hooke zuschreiben zu müssen glaubte, war in ihrer Einrichtung eine Ventilluftpumpe. Die Kolben hingen an einer Schnur, die über eine Rolle ging und Handhaben zu ihrer Bewegung hatte. Die Stiefel waren mit einander und dem Teller durch Rohre verbunden, welche ebenso wie die Kolben Ventile hatten. Fast populär ist sein Name durch den Papinianischen Digestor geworden, dessen Erfindung in der Folge durch die Anbringung des Sicherheitsventils so wichtig geworden ist. Während seines Aufenthaltes in Deutschland beschäftigte er sich mit der Construction von Taucherschiffen, erfand den Centrifugalventilator und suchte die Einrichtung der Oefen zu verbessern. Das eigentlich Charakteristische seiner Wirksamkeit liegt aber in dem steten Bestreben, die menschliche Kraft durch Motoren zu ersetzen. Er hat zuerst die Druckkraft der Luft, dann die Explosionskraft des Pulvers und schliesslich die Spannkraft des Wasserdampfes zu verwenden gesucht. Als treibende Kraft hat man im 17. und zum Theil im 18. Jahrhundert fast ausschliesslich die Kraft des fallenden Wassers verwendet, und so beziehen sich denn auch alle Bemühungen der Ingenieure jener Zeit und auch die Papin's auf die Herstellung von Pumpen, mit Hilfe deren das Wasser genügend hoch gehoben werden konnte. Von Dampfmaschinen in dem uns geläufigen Sinne konnte also nicht recht gesprochen werden und deshalb ist auch die Frage nach der Priorität in der Erfindung der Dampfmaschine eine so schwer zu entscheidende. Von den vielen Constructionen Papin's von Motoren, deren Gerland in seinem Buche Erwähnung thut, wollen wir nur die letzte erwähnen, weil sie sich auf eine Dampfdruckpumpe von zienlicher Vollkommenheit und bedeutender Leistungsfähigkeit bezieht. Aus einem durch ein Sicherheitsventil geschlossenen Kessel trat der Dampf durch ein vermittelst eines Hahnes abschliessbares Rohr in einen Cylinder, welcher das hinaufzudrückende Wasser und auf demselben einen Stempel enthielt; er traf hier auf glühendes Eisen, das ihn überhitzte, worauf er das Wasser durch Hinunterdrücken des Stempels in einen zweiten Cylinder presste. Das Wasser comprimirte die dort befindliche Luft und wurde nachher, während geeignete Ventile ihm den Rückweg in dem ersten Cylinder versperrten, durch den Gegendruck der comprimirten Luft in das Steigrohr getrieben. Schloss man nunmehr das Dampfzuleitungsrohr und liess den Dampf aus dem ersten Cylinder ausströmen, so trat in letzteren aus der Wasserquelle frisches Wasser ein, so dass die Maschine von neuem ihre Arbeit beginnen konnte. Man hat Papin auf Grund des mysteriösen Schiffes, welches in Minden durch die Schiffergilde einen so kläglichen Untergang fand, wie Gerland meint, mit Unrecht auch zum Erfinder des Daupfeschiffes machen wollen; wie vielseitig aber die Thätigkeit dieses Mannes war, das lässt sich, abgesehen von dem vorstehenden kurzen Auszuge aus der Zahl seiner Erfindungen, daraus ermassen, dass er sich mit der Conservirung von Früchten, der Construction von Schlössern und der Einrichtung von Treibhäusern beschäftigte. Die Nachwelt hat leider nicht viel von seinem Erfindungsgenie profitirt, denn Leibniz war der einzige, der seine Ideen voll und ganz zu würdigen verstand. Den



Schluss des ersten Abschnittes bildet eine Zusammenstellung seiner Werke und Schriften. — Der zweite Abschnitt enthält hauptsächlich die Correspondenz Papin's mit Huygens und Leibniz, die theils in lateinischer, theils in französischer Sprache geführt ist. Die 159 Briefe, die er umfasst, sind meist vollständig, sonst im Auszuge wiedergegeben. Wir können Freunden unserer Wissenschaft nicht genug die Lectüre derselben empfehlen, denn einerseits gewähren sie einen tiefen Einblick in die Fragen und Untersuchungen, die die damaligen Physiker bewegten, und andererseits bilden sie ein schönes Denkmal für die geistigen und gemüthlichen Eigenschaften der Correspondenten. Wn.

## Journal- und Patentlitteratur.

**Elektrische Kraftübertragung.** *Moniteur industriel.* Septbr. 22, 1881.

Bekanntlich hat die Verlagsbuchhandlung von Julius Springer in Berlin einen Preis von 1000 M. ausgesetzt für die beste Bearbeitung der Aufgabe: „Kritische Vergleichung der elektrischen Kraftübertragung mit den gebräuchlichsten mechanischen Kraftübertragungen“. Der *Moniteur industriel* vom 22. Septbr. knüpft an die Mittheilung hiervon einige Auseinandersetzungen, in denen die Bedeutung der Frage behandelt wird. Die verschiedenen Methoden der elektrischen Kraftübertragung werden in drei Systeme getheilt, unter denen das letztangeführte neu und eigenthümlich zu sein scheint.

1. Die Methode mittels zweier durch einen Leitungsdraht verbundenen dynamo-elektrischen Maschinen;
2. Mittels der Accumulatoren, in welchen die Elektrizität aufgestapelt und beliebig verschickt werden kann, wie solche in neuester Zeit C. Faure durch Vervollkommnung der *Planté'schen* Secundär-Elemente hergestellt hat;
3. Mittels der sogenannten elektrischen Canalisation; eine neue Methode, welche von M. Parod erfunden, jedoch gegenwärtig noch im ersten Stadium der Entwicklung begriffen ist. Nach der vorläufigen Mittheilung des *Moniteurs* will Parod die Elektrizität in Röhren circuliren lassen, ähnlich wie bei den Wasser- und Gasleitungen, und glaubt mit dieser Methode die elektrische Kraftübertragung auf weit grössere Entfernungen, als wie bei den dynamo-elektrischen Maschinen zu ermöglichen. Irgend welche praktische Erprobungen liegen noch nicht vor, so dass man gut thun wird, bis auf Weiteres jedes Urtheil auszusetzen. R.

**Eine Methode, die Ablenkungen der Polarisationsenebene des Lichts zu vervielfachen.** Von H. Becquerel. *Compt. Rend. T. XCIII No. 3, S. 143.*

Wenn monochromatische Lichtstrahlen, gradlinig polarisirt, durch eine krystallinische Scheibe mit halbwelligem Gangunterschied treten, so sind die austretenden Strahlen geradlinig polarisirt in einer Ebene, welche, in Bezug auf die Axe der krystallinischen Scheibe, symmetrisch zur Polarisationsenebene der einfallenden Strahlen ist. — Hierauf gründet H. Becquerel eine Methode, die Ablenkungen der Polarisationsenebene des Lichts zu verdoppeln, bezw. zu verdreifachen.

Verf. beginnt damit, mittels des Analysators die Anfaugslage der Polarisationsenebene der einfallenden Strahlen zu fixiren. Vor dem Analysator wird eine krystallinische Scheibe, welche die oben erwähnte Eigenschaft hat, eingeschoben und so gedreht, dass die Polarisationsenebene der Lichtstrahlen bei ihrem Durchgange durch die Scheibe nicht abgelenkt wird. Ist dies geschehen so wird, z. B. durch Einschlebung einer mit natürlichem Drehungsvermögen begabten Substanz, eine Drehung der Polarisationsenebene hervorgerufen.

Man beobachtet dann, dass beim Durchgange durch die krystallinische Scheibe eine Drehung von derselben Grösse eintritt, wie die wirklich hervorgebrachte; aber die Ablenkung geschieht in entgegengesetztem Sinne. Diese Lage der Polarisationsenebene wird mittels des Analysators bestimmt und hierauf die Scheibe entfernt. Man erhält dann die Polarisationsenebene nach der entgegengesetzten Seite gedreht. Der Winkel zwischen beiden Lagen der Ebene ist das doppelte desjenigen, welchen man ohne die Krystallscheibe direct beobachtet hätte.

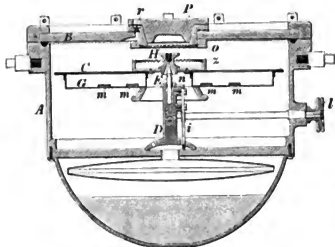
Die Scheibe wird jetzt nochmals an ihre Stelle gebracht und so gestellt, dass keine neue Ablenkung stattfindet. Entfernt man dann die Ursache, mittels welcher man die Drehung der Polarisationsenebene hervorgerufen hatte, so kehren die Strahlen nach ihrem Durchgange durch

die Scheibe nicht zu ihrer Anfangsstellung zurück, sondern sie erscheinen nach der anderen Seite abgelenkt. Der Winkel zwischen dieser dritten und der anfänglichen Lage ist nun das Dreifache des Winkels, welchen man direct erhalten hätte.

Es ist ersichtlich, dass auf diese Weise die Ablenkung mit grösserer Sicherheit bestimmt werden kann.

**Neuerungen an Flüssigkeits-Compassen.** Von August Carstens in Hamburg. D. R. P. 13219 vom 14. 8. 80.

Die Construction ermöglicht ein leichtes Wechseln der Laufspitze und des Nadelhütchens, ohne dass dabei der Büchsendeckel geöffnet oder der Compass aus der Hängevorrichtung genommen zu werden braucht; auch gestattet sie ein leichtes Entfernen von Luftblasen und sicheres Arretiren der Rose.



kann nach Losschrauben des Metallconus *P* das Hütchen *H* entfernen und die Laufspitze *E* mittels Zange herausgezogen werden. Luftblasen lassen sich durch Lösung der Schraube *r* entfernen.

Q.

**Änderung der Länge eines Zinkstabes bei derselben Temperatur.** Von General Comstock. Americ. Journ. of Science. Vol. XXII S. 26.

Die U. S. Lake Survey, welcher die Vermessung der grossen Seen im Nordosten der Vereinigten Staaten von Nord-Amerika obliegt, besitzt ein Stahlmeter (R. 1876), ein Metallthermometer, bestehend aus einem Stahlstabe und einem Zinkstabe von je einem Meter Länge (M. T. 1876)<sub>1</sub> und (M. T. 1876)<sub>2</sub>, und vier zu einem Basisapparate gehörige Metallthermometer, welche aus Stahl- und Zinkstäben von je vier Meter Länge bestehen. Alle diese Stäbe sind von Repsold in Hamburg gefertigt.

Vergleichungen dieser Stäbe unter einander zeigten eigenthümliche Abweichungen, welche darauf hinwiesen, dass die Länge derselben bei derselben Temperatur nicht constant bleibt. Es wurden daher besondere Untersuchungen nach dieser Richtung angestellt.

Zunächst wurde das Metallthermometer (M. T. 1876) aus dem Beobachtungsraum, der eine sehr constante Temperatur von etwa 2° C. hatte, entfernt und mindestens einen Tag lang entweder bei etwa 24° C. (70° — 80° F.) oder ebensolange in einer Kältemischung bei etwa — 20° C. (— 2° bis — 6° F.) erhalten. Dann wurde dasselbe in den Beobachtungsraum zurückgebracht und nach 24 Stunden mit dem inzwischen im Beobachtungsraume verbliebenen Stahlmeter R. 1876 mindestens drei Tage hindurch verglichen. Aus diesen Vergleichungen ergeben sich abgesehen von einer Constanten im Mittel die folgenden Längen der Stäbe des Metallthermometers — wobei den kleinen Temperaturänderungen des Beobachtungsraumes schon Rechnung getragen ist —:

|               | (M. T. 1876) <sub>1</sub> | (M. T. 1876) <sub>2</sub> |                                  |
|---------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| Febr. 16.—24. | — 0,6                     | + 15,2;                   | vorher 7 Tage bei + 24° erwärmt. |
| - 25.—27.     | — 1,7                     | — 1,1;                    | - 1 Tag - — 20° abgekühlt.       |
| März 2.—4.    | + 0,5                     | + 15,4;                   | - 1 Tag - + 24° erwärmt.         |
| - 5.—8.       | — 2,2                     | — 5,8;                    | - 1 Tag - — 20° abgekühlt.       |

Es ergibt sich ganz unzweideutig aus diesen Versuchen, dass der Zinkstab bei derselben Temperatur von etwa 2° C. um etwa 18<sup>μ</sup> länger ist, wenn er vorher auf 24° erwärmt, als wenn

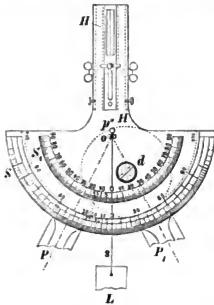
er vorher auf  $-20^{\circ}$  abgekühlt worden war. Für den Stahlstab überschreiten die Unterschiede nicht die möglichen Beobachtungsfehler; doch ist auch für diesen ein Unterschied von etwa  $2^{\mu}$  in demselben Sinne angedeutet.

Eine ähnliche aber weniger vollständige Untersuchung wurde mittels der vier Meter langen Metallthermometer ausgeführt. Die Stahl- und die Zinkstäbe zweier dieser Thermometer wurden zunächst bei  $+5^{\circ}$  C. mit einander verglichen; sodann wurden die Stäbe des einen Thermometers 24 Stunden lang auf  $24^{\circ}$  erwärmt und dann aufs Neue mit den Stäben des ersten in dem kühlen Beobachtungsraum gebliebenen Thermometers verglichen. Als Resultat ergab sich eine Verlängerung des Zinkstabes um  $29^{\mu}$  also um  $7^{\mu}$  pro Meter — wenn man die Beobachtungen der ersten zwei Tage, welche einen noch grösseren Werth ergeben, bei welchen aber die Stäbe noch nicht die Temperatur des Raumes angenommen haben mochten, unberücksichtigt lässt — während der Stahlstab sich um keine sicher messbare Grösse geändert hatte.

Ref. kann es sich nicht versagen, auf den Zusammenhang der durch die schönen Versuche Comstocks wohl einwandsfrei nachgewiesenen Thatsache, dass Zink sein Volumen in Folge einer vorhergegangenen Erwärmung für längere Zeit ändert, auch nachdem es vollständig zur alten Temperatur zurückgekehrt ist, mit anderen Erscheinungen dieser Art binzuweisen. Ganz ähnliche „Thermische Nachwirkungen“ zeigt Glas, für welches die Gesetze dieser Erscheinungen an den Nullpunktänderungen von Quecksilberthermometern näher studirt sind, und Hartgummi. Für Bergkrystall und Platin-Iridium haben Untersuchungen zu einem negativen Resultate geführt; für Messing ist die Nachwirkung wenigstens nicht mit voller Sicherheit nachgewiesen. Auffallend ist der sehr grosse Betrag der für Zink gefundenen Nachwirkung, Glas würde kaum den zehnten Theil der für Zink beobachteten Aenderung zeigen. T.

**Profilaufnahmezirkel.** Von Josef Oberlehrner in Malborgeth in Kärnthen. D. R. P. 11256 vom 9. 3. 80.

Das Instrument besteht aus einem zweisehenkligen Zirkel  $PP'$  und einer an demselben angebrachten Höhenseala  $S$  nebst Transportseala  $S_1$ . Der Drehpunkt  $a$  von  $P_1$  liegt nicht im Centrum der Scala, jedoch so, dass, wenn die Spitzen der Zirkelschenkel 1 m auseinander stehen, sie symmetrisch zur Sealenmitte liegen. In  $p''$  ist das Loth  $L$  aufgehängt. Durch die Oese  $o$  ist die Lothschnur im Sealenentrum so geführt, dass sie, wenn die Schenkelspitzen auf einer Horizontalen stehen, im Nullpunkt der Sealen hängt. Stehen die Schenkelspitzen dagegen auf Punkten von verschiedenen Höhenlagen, so stellt sich die Lothschnur auf die Theilstriehe, an welchen man Neigungswinkel und Höhendifferenz zwischen den betreffenden Punkten ablesen kann. Q.



**Apparat zum Messen von Grundlinien.** Von F. H. Reitz in Hamburg. Zeitschr. f. Vermessungswesen. Bd. X. Heft 6. S. 233.

Verf. ist in der wissenschaftlichen Welt bekannt als Erfinder und Constructeur von Präcisions-Apparaten und Instrumenten, so eines selbstregistrirenden Pegels, von welchem ein Exemplar seitens der Deutschen Marine und des Preussischen Geodätischen Instituts in Helgoland aufgestellt ist und so gut functionirt, als es ungünstigen örtlichen Verhältnisse erlauben. Ein Vorschlag des Verf. zur Verbesserung eines Präcisionsapparates dürfte daher ernstliche Beachtung verdienen.

In vorliegender Arbeit schlägt Verf. „einige Aenderungen für den Bessel'schen Apparat“, bezüglich der Einrichtungen der Messstange, vor. Die Messstangen des Bessel'schen Apparates sind bekanntlich Metallthermometer, aus Eisen und Zink bestehend. Verf. setzt statt dessen eine aus einem Metall bestehende Messstange, deren Temperatur er durch Quecksilberthermometer bestimmen will. Es werden gezogene Messingröhren von 4–5 m Länge als Messstäbe vorgeschlagen; dieselben sollen glatt und dünnwandig, dabei aber sehr hart und widerstandsfähig sein. In einer Füllung mit Wasser findet Verf. das Mittel, die Temperaturen der Röhren mit der darin eingetauchten Quecksilberthermometer in Uebereinstimmung zu erhalten; in der kalten Jahreszeit

soll das Wasser durch einen Zusatz von Alkohol oder Glycerin gegen das Gefrieren geschützt werden. Reitz nimmt an, dass das Wasser bei seiner guten Wärmeleitfähigkeit die Temperatur des sehr dünnen Rohres selbst besitzt, mit dem es sich auf seiner ganzen inneren Fläche in Berührung befindet. — Wenn nicht etwa die Körperwärme der Beobachter einen schädlichen Einfluss auf die dünnen Wände der Röhren ausübt, so dürfte der Werth der Neuerung, unbeschadet der anerkannten Vorzüge, welche Metallthermometer für Basismessungen besitzen, ein unbestreitbarer sein, zumal es an sich richtiger ist, sich zur Temperaturbestimmung des Quecksilberthermometers direct zu bedienen, statt eines Apparates, dessen Constanten erst durch das letztere bestimmt werden müssen.

Ein zweiter Vorschlag betrifft die Endflächen der Messstangen, die beim Bessel'schen Apparat schneidenförmig sind. Verf. will statt dessen Cylinder von 5 mm Radius, aus Stahl oder Bergkrystall, wählen. Es ist nicht zu leugnen, dass diese Formen der Endflächen den Einflüssen des Gebrauchs und der Zeit mehr Widerstand leistet, als dies bei Schneiden möglich ist; auch werden bei Anwendung sanfter Abrundung die Messkeile mehr geschont. Von C Reichel, Mechaniker in Berlin, ist schon vor mehreren Jahren derselbe Vorschlag gemacht, aber nicht veröffentlicht worden.

W.

### Für die Werkstatt.

**Ein neues Löthrohr.** Metallarbeiter 1881. Nr. 39.

B. Döhning in Nordhansen hat ein Löthrohr verfertigt, welches vom Lampengestell getragen wird und den Vortheil gewährt, dass man beide Hände für das Arbeitsstück frei hat, wodurch sich das Rohr besonders zum Härten oder Hartlöthen eignen dürfte. Es besteht aus einer mittels Stellschraube corrigirbaren Armatur, die über den Hals der Lampe geklemmt, an dem freien Ende einen in der Senkrechten verstellbaren Arm trägt, der in seinem oberen, etwa in Flammenhöhe befindlichen Theil die Düse des Löthrohres aufnimmt; letzteres ist nach der Flamme zu justirbar und mit einem Gummischlauch versehen, der als Mundstück eine kleine Glasröhre trägt.

Der Preis eines solchen vom Fabrikanten zu beziehenden Löthrohres stellt sich auf M. 1,75.

E.

**Selbstcentrirender Körner** von J. J. Hess in Wien. Centralzeitung für Optik und Mechanik 1881. No. 17.

Dieses kleine Werkzeug dient namentlich zum Vorkörnen von Arbeitsstücken für die Bearbeitung auf der Drehbank. Der Körner liegt in der Längsbohrung einer massiven Hülse, deren untere Hälfte conisch ausgebohrt ist. Wird die Hülse mit ihrem conisch gebohrten Ende auf das Werkstück aufgesetzt, so fallen die Axen von Werkstück, Hülse und Körner zusammen, und beim Hineindrücken des Körners wird der Körnerpunkt markirt. Die weitere Anordnung ist dann so getroffen, dass der Körner mit nach oben gerichteter Spitze auf einem festen Fusse steht und die Hülse auf ihm gleitet. Zwischen Hülse und Fuss ist eine Spiralfeder eingeschaltet, welche sich dem Niederdrücken der Hülse widersetzt. Die Hülse kehrt ihre conische Bohrung nach oben; das Körnen geschieht in der Weise, dass man das Werkstück in den Conus steckt, die Hülse bis zur Berührung desselben mit dem Körner niederdrückt und durch einen leichten Schlag mit dem Hammer die Markirung des Körnerpunktes bewirkt. Der obere Theil der Hülse erhält verschiedene Gestalt, je nach der Form der betreffenden Gegenstände; für stabförmige wird man eine schlanke, für scheibenförmige eine stumpfe Hohlkegelform wählen.

E.

**Künstliche Schleifsteine** von Thümer & Schüttger in Bischofswerda, Sachsen. Deutsche Industrie-Zeitung 1881. No. 39.

Vorstehende Firma stellt unter Verwendung von scharfem Sand, der auf chemischem Wege und unter hohem Druck gebunden wird, einen Kunststein her, welcher vollkommen dicht und homogen ist, bei geringer Abnutzung vorzüglich greifen soll und in Folge dessen nicht so häufig abgedreht und centrirt zu werden braucht als der natürliche Sandstein, welchen er an Dauerhaftigkeit um das zwei- bis dreifache übertrifft. Die Anschaffungskosten sind dagegen nicht höher, sodass sich der Gebrauch der künstlichen Schleifsteine zwei- bis dreimal billiger stellt, als der der Natrsteine.

E.

Nachdruck verboten.

# Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions - Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt,  
Vorsitzender.

R. Fuess,  
Beisitzer.

Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz,  
Schriftführer.

Verantwortlicher Redacteur: Dr. Georg Schwirkus.

I. Jahrgang.

November 1881.

Elftes Heft.

## Vorschläge zur Construction einiger optischer Vorrichtungen.

Von

Dr. Fr. Fuess, Privatdocenten in Bonn.

### II. Spectrophotometer.

1. An einem Spectrometer seien statt einer zwei Collimatorröhren  $C_1$ ,  $C_2$  angebracht, deren Axen sich unter einem Winkel von 90 Grad kreuzen. Durch den Schnittpunkt  $k$  gehe ein dünnes Glas- oder Glimmerblatt  $ab$ , dessen Fläche mit den Axen der Röhren einen Winkel von 45 Grad bilde. Die zu vergleichenden Lichtquellen werden vor den gleich weiten Spalten  $s_1$ ,  $s_2$  aufgestellt. Das aus dem Rohre  $C_1$  kommende Licht geht also gerade in der Richtung  $ekg$  durch die Platte  $ab$  hindurch; das Licht des anderen Rohres  $C_2$  wird in derselben Richtung  $kg$  reflectirt. Das Glimmerblatt  $ab$  muss so justirt sein, dass die Spaltbilder des durchgehenden und des reflectirten Lichtes genau coincidiren. Das vereinigte Strahlenbündel  $kg$  geht durch das zerlegende Prisma  $P$  und tritt dann in das Fernrohr  $F$  ein.

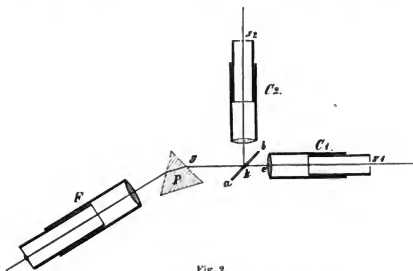


Fig. 2.

Wird nun das Spaltrohr  $C_1$  verdeckt, so sieht man das Spectrum des Spaltes  $s_2$ , worin die Farbenfolge wegen der doppelten, an der Vorder- und Hinterfläche des Blattes stattfindenden Reflexion durch eine Reihe von Interferenzstreifen durchzogen ist. Verdeckt man umgekehrt die Oeffnung des Rohres  $C_2$ , so gewahrt man das Spectrum des Spaltes  $s_1$ , welches ebenfalls wegen der Interferenz des direct durchgehenden und des zuerst an der Vorder- und dann an der Hinterfläche reflectirten

Lichtes mit Interferenzstreifen durchzogen ist. Die dunkeln Stellen des einen Spectrums coincidiren genau mit den hellen des anderen.

Wenn sich nun die beiden Erscheinungen superponiren, so wird das Spectrum bei gleicher Beleuchtung der beiden Spalten frei von Interferenzstreifen sein; bei ungleicher Beleuchtung wird jedoch das eine der Streifensysteme — sei es im ganzen Spectrum oder in einem Bezirke desselben — zum Vorschein kommen.

Die Vergleichung der Lichtquellen hinsichtlich der Leuchtkraft einer bestimmten Strahlengattung würde sich nun dadurch bewerkstelligen lassen, dass man die eine Flamme von dem Spalte entfernt, bis in dem betreffenden Theile des Spectrums die Streifen verschwunden sind.

Die Empfindlichkeit der Einstellung dürfte hier jedoch eine erheblich geringere sein, als wenn die Interferenzstreifen als farbige Linien auf einer weissen Fläche erscheinen, wie es bei dem analogen, zur Vergleichung von Lichtquellen ähnlicher Zusammensetzung bestimmten Interferenzphotometer, welches ich in den *Annalen der Physik und Chemie*, N. F. Bd. XI beschrieben habe, der Fall ist.

Es muss daher vorläufig auch dahingestellt bleiben, ob die Vorrichtung mit dem Apparate von Vierordt oder Glan concurriren kann.

2. Auch nach Analogie des Wild'schen Instrumentes liesse sich das Spectrophotometer einrichten. Der Spalt des Spectrometers werde durch einen queren Faden in zwei Hälften getheilt. In dem Collimatorrohre befinde sich ein Kalkspathrhomboeder, welches so eingestellt werde, dass das ordinäre Bild der einen Spalthälfte mit dem extraordinären der anderen coincidirt. Die Strahlen passiren vor oder nach dem Eintritt in das zerlegende Prisma eine parallel zur Axe geschnittene doppelbrechende Krystallplatte.

Am Objectiv oder Ocular des Fernrohres sei ein Analysator angebracht, dessen Polarisationssebene der der ordinären oder der extraordinären Strahlen parallel stehe. Sind nun die beiden Spalthälften gleich beleuchtet, so ist das Spectrum frei von Interferenzstreifen; wird dagegen vor die eine Spalthälfte eine farbige Glasplatte oder ein anderer lichtabsorbirender Körper gesetzt, so werden die Streifen im Spectrum auftreten. Die Einstellung geschieht, indem das Licht der freien Spalthälfte in bekanntem Verhältnisse durch Ranchgläser oder in anderer Weise abgeschwächt wird, bis die Streifen in dem einen oder anderen Bezirk des Spectrums verschwunden sind. Die Krystallplatte muss so gewählt werden, dass die Interferenzstreifen dicht gedrängt neben einander liegen.

3. Ich möchte beiläufig noch eines anderen spectrophotometrischen Principes gedenken, welches freilich vorläufig mehr ein theoretisches als ein praktisches Interesse haben dürfte. Das von einem Heliostaten reflectirte Sonnenlicht passire emen ersten Nicol  $P$ , dessen Polarisationssebene 45 Grad mit der Verticalen bildet, und beleuchte alsdann einen senkrechten Spalt  $s$ . Das von diesem ausgehende Licht werde in zwei Bündel von gleicher Intensität,  $t_1, t_2$ , getheilt und dann nach Durchlaufung gleicher Wege durch eine Linse wieder zu einem reellen Spaltbilde  $s'$  vereinigt. An dem Orte des letzteren werden zwei senkrecht zur Axe geschnittene, aus einer oberen rechts- und einer unteren linksdrehenden Hälfte bestehende Quarzkeile aufgestellt, welche zusammen eine Soleil'sche Doppelplatte von veränderlicher Dicke bilden. (Vgl. Wiedemann, *Galvanismus*, 2. Aufl. II, S. 747.)

Das von dem Spaltbilde  $s'$  ausgehende Licht gehe, nachdem es eine Collimator-

linse passiert hat, durch ein zerlegendes Prisma und trete schliesslich in ein Beobachtungsfernrohr, an welchem ein zweiter Nicol  $A$  als Analysator angebracht sei. Wird nun der Analysator nach rechts gedreht, so wandert in der unteren Hälfte des Spectrums, wo die Polarisations Ebenen nach rechts gedreht sind, ein schwarzer Streifen in der Richtung vom Roth zum Violett; in der oberen Hälfte, wo die Polarisations Ebenen nach links gedreht sind, rückt ein gleicher Streifen in umgekehrter Richtung fort. Bei einer gewissen Stellung des Analysators coincidiren die Streifen. Der Ort des Spectrums, an welchem die Coincidenz stattfindet, kann durch Verschiebung der Quarzkeile beliebig verändert werden. Die Einstellung des Analysators lässt sich mit der grössten Genauigkeit erreichen. Denn, wenn auch die Streifen nicht scharf begrenzt sind, so hat das Auge gleichwohl in der Beurtheilung ihrer Coincidenz eine solche Sicherheit, dass es schwer fällt, den Analysator einzustellen, ohne den Streifen eine merkbare Abweichung in diesem oder jenem Sinne zu ertheilen.

In den Gang der Strahlenbündel  $l_1, l_2$  werden nun zwei gleiche Nicols  $n_1, n_2$  eingeschaltet. Die Polarisations Ebene des einen stehe vertical, die des anderen horizontal. Dadurch wird sich die im Spectrum wahrgenommene Erscheinung zunächst noch nicht ändern. Denn da die beiden Strahlenbündel  $l_1, l_2$  sich in dem Spaltbilde  $s'$  wieder vereinigen, so setzen sich die Polarisations Ebenen hier bei fehlendem Gangunterschiede und bei gleicher Intensität der Bündel wieder zu einer einzigen zusammen, welche der Polarisations Ebene des Nicols  $P$  parallel ist.

Wird aber jetzt eine Platte von farbigem Glase in das Strahlenbündel  $l_1$  eingeschaltet und wird alsdann der Gangunterschied für die Farbe, welche im Spectrum an der Stelle des coincidirenden Streifen liegt, durch einen in den Zweig  $l_2$  eingeschalteten Compensator ausgeglichen, so ist jetzt, wo die beiden Bündel nicht mehr gleiche Intensität haben, die Polarisations Ebene der Strahlen in dem Spaltbilde  $s'$  im Vergleich zu der des Polarisators  $P$  um einen gewissen von der Stärke der Lichtabsorption abhängigen Betrag gedreht.

Die vorhin coincidirenden Streifen werden daher im Spectrum auseinanderweichen und der Analysator muss um eine gewisse Strecke gedreht werden, damit die Wiedervereinigung der Streifen eintrete.

Ist zur Erreichung der Coincidenz eine Drehung des Analysators von  $n$  Graden nach rechts erforderlich, so ist die Polarisations Ebene der Farbe, welche im Spectrum an der Stelle der coincidirenden Streifen liegt, um  $n$  Grade nach rechts gedreht worden.

Ebenso kann man, indem man die Quarzkeile verschiebt, für jede andere Farbe des Spectrums verfahren. Aus dem Betrage aber, um welchen die Polarisations Ebene gedreht worden ist, lässt sich leicht herleiten, welcher Bruchtheil der betreffenden Strahlengattung bei dem Durchgange durch die Platte absorbiert worden ist.

Die Ausführung dieses Vorschlages hat nun freilich ihre Schwierigkeit, da eine genaue Compensation des Gangunterschiedes in diesem Falle schwer zu erreichen ist. Nichtsdestoweniger dürfte es wohl einiges Interesse haben, dass es wenigstens principiell möglich ist, die Einstellung des Spectrophotometers auf die Coincidenz eines Streifenpaares zu gründen, in deren Beurtheilung das Auge eine weit grössere Sicherheit hat, wie in der Schätzung eines Helligkeits- oder Farbenunterschiedes.

### III. Geradsichtiges Prisma.

Bei der prismatischen Zerlegung des Lichtes vereinfacht sich meistens die experimentelle Einrichtung, wenn Sorge dafür getragen wird, dass die Strahlen mittlerer Brechbarkeit nach dem Durchgange durch das Prisma dieselbe Richtung haben wie vor dem Eintritt in dasselbe. Behufs dessen hat man Combinationen von Flint- und Crownglasprismen hergestellt, welche die Ablenkung der mittleren Strahlen aufheben, während sie einen Theil der Dispersion bestehen lassen.

Bei einem gleichschenkligen Prisma erreicht man diesen Zweck indessen, wie mir scheint, in einfacherer Weise und unter Bewahrung der gesammten Dispersion dadurch, dass man an die Basis des Prismas einen Metallspiegel anlegt.

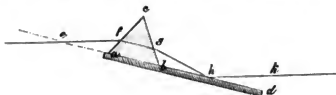


Fig. 3.

Es sei  $abc$  das Prisma,  $bd$  der Metallspiegel, welcher die Verlängerung der Basis  $ab$  bildet;  $ea$  ist die ideelle Verlängerung der Basis nach der anderen Seite. Die Linie  $efghkk$  repräsentire den Gang eines im Minimum der Ablenkung durch das Prisma gehenden Strahles.

Da der ein- und austretende Strahl beim Minimum der Ablenkung gleiche Winkel mit den beiden Prismenflächen bildet, so ist Winkel  $efa = \sphericalangle hgb$ ; ferner ist, da das Prisma der Voraussetzung nach gleichschenkligh ist,  $eaf = hbg$ ; mithin ist auch  $aef = bhg$ . Da nun wegen Gleichheit des Einfalls- und Reflexionswinkels  $khk = bhg$  ist, so ist  $khk = aef$ , woraus der Parallelismus des einfallenden Strahles  $ef$  und des reflectirten  $hk$  folgt.

Der im Minimum der Ablenkung durchgehende Strahl wird also bei dieser Anordnung nur seitlich etwas verschoben, aber nicht abgelenkt.

Der Metallspiegel kann auf einer Platte befestigt werden, welche mittels zweier von einer Messingfassung ausgehenden Federn an die Basis des Prismas angedrückt wird. Glasspiegel sind unbrauchbar, weil sie wegen der doppelten Reflexion das Spectrum unrein machen.

Bei einem gleichseitigen Prisma mit einem Brechungsindex von 1,528 (Glassorte von Rathenow) muss die Breite des Spiegels 1,9 mal grösser sein als die Breite der Basis, wenn der von der Spitze des Prismas ausgehende Strahl beim Minimum der Ablenkung noch auf den Spiegel treffen soll.

Diese kleine Vorrichtung thut namentlich dann gute Dienste, wenn es sich darum handelt, den Spalt des Spectrometers mit homogenem statt mit weissem Lichte zu beleuchten.

Beiläufig sei bei dieser Gelegenheit noch erwähnt, dass man sich bei der spectroscopischen Untersuchung des an der Grenze zwischen Glas und einer anderen Substanz reflectirten Lichtes mit Vortheil eines Glasparallelepiped bedienen kann, von welchem zwei Seiten mit der betreffenden Substanz bekleidet werden.

Denn da der nach zweimaliger Reflexion an der zweiten freien Fläche austretende Strahl dem an der ersten eintretenden parallel ist, so kann man das zer-



liegende Prisma ruhend aufstellen und die Reihenfolge, in der sich die Farben des Spectrums bei Drehung des Parallelepipedes im Beginn der totalen Reflexion aufhellen, ohne Verrückung des Fernrohres beobachten.

## Neues Flüssigkeitsprisma für Spectralapparate.

Von

Dr. W. Wernicke in Berlin.

Für die Construction von Spectralapparaten sind drei Erfordernisse von wesentlicher Bedeutung, nämlich starke Dispersion, grosse Lichtstärke und möglichst geringe Veränderlichkeit des Spectrums bei Temperaturänderungen. Die erste Bedingung hat man bisher meist durch eine grosse Anzahl von Prismen zu erreichen gesucht, aber nur auf Kosten der zweiten, indem durch die vielen Reflexionen an den Prismenflächen ein sehr beträchtlicher Lichtverlust stattfindet. Weit wirksamer haben sich Combinationen von Prismen erwiesen der Art, dass auf die brechenden Flächen eines stark dispergirenden Flintglasprisma's mit grossem brechenden Winkel (von  $90^\circ$  bis  $120^\circ$ ) möglichst schwach dispergirende Crownglasprismen so aufgekittet werden, dass ihre brechenden Kanten entgegengesetzt der des ersteren liegen. Der durch Reflexion herbeigeführte Lichtverlust ist bei einer solchen Combination nicht grösser als bei einem gewöhnlichen Flintglasprisma, die Dispersion aber, wegen des grossen brechenden Winkels — der sich beim einfachen Prisma wegen der Totalreflexion nicht erreichen lässt — weit bedeutender. Zur Vereinigung der Prismen wendet man Terpentin oder Canadabalsam an; diese und ähnliche Mittel verändern sich (erhärten und verharzen) jedoch im Laufe der Zeit von aussen nach innen und verursachen in Folge hiervon Schlieren und Unreinheit des Spectrums. Die Mängel können beseitigt und gekittete Flächen, welche das Licht zu durchdringen hat, gänzlich vermieden werden, wenn man statt des Flintglases eine Flüssigkeit anwendet. Auch ist die Dispersion des besten Flintglases erheblich geringer als die geeigneter Flüssigkeiten, während das grosse Brechungsvermögen des Flintglases einen grösseren Lichtverlust durch Reflexion bedingt. — Die wegen ihrer stark dispergirenden Eigenschaften bekannteste Flüssigkeit ist der Schwefelkohlenstoff. Leider ist die Empfindlichkeit (d. h. die Veränderlichkeit der Lichtbrechung bei Temperaturänderungen) dieses Körpers eine so grosse, dass die Linien im Spectrum selten scharf erscheinen, ja nicht selten in Folge eines blossen Luftzuges u. dgl. ganz verschwinden. Andere Körper, wie Cassinöl, ändern sich in der Luft und im Lichte.

Ich wende seit einigen Jahren zwei Flüssigkeiten an, welche sich durch starke Dispersion sowie durch geringe Empfindlichkeit auszeichnen und von denen sich die eine nur unbedeutend, die andere gar nicht verändert hat.

Der eine Körper ist das Methylsalicylat (Methylsalicylsäure). Seine Brechungsindices für die Fraunhofer'schen Linien sind

|                              |              |                |                  |
|------------------------------|--------------|----------------|------------------|
| bei $19,6^\circ \text{C.}$ : | $A = 1,5244$ | $D = 1,5363$   | $F = 1,5528$     |
|                              | $B = 1,5283$ | $E = 1,5449$   | $G = 1,5697$     |
|                              | $C = 1,5304$ | $b_1 = 1,5460$ | $H_1 = 1,5860$ ; |

|               |              |                |                 |
|---------------|--------------|----------------|-----------------|
| bei 22,5° C.: | $A = 1,5239$ | $D = 1,5357$   | $F = 1,5519$    |
|               | $B = 1,5276$ | $E = 1,5440$   | $G = 1,5687$    |
|               | $C = 1,5299$ | $b_1 = 1,5451$ | $H_1 = 1,5852.$ |

Während also die Temperatur um 1° steigt, nehmen die Brechungsindices um 3 bis 4 Einheiten der vierten Decimale ab; beim Schwefelkohlenstoff beträgt die entsprechende Aenderung 7 bis 9 Einheiten; die Empfindlichkeit ist also noch nicht halb so gross wie die des Schwefelkohlenstoffs; sie ist nicht nur geringer als die anderer Flüssigkeiten von starker Dispersion, sondern selbst kleiner als die der meisten Flüssigkeiten von schwacher Brechung und Dispersion, z. B. des Aethers. Hieraus lässt sich schon abnehmen — und einige Messungen, welche ich darüber anstellte, haben es bestätigt —, dass die Empfindlichkeit des Körpers geringer ist, als die eines Gemisches von Schwefelkohlenstoff und Aether, welches denselben mittleren Brechungsindex hat. Wie schon oben bemerkt, hat der ursprünglich farblose Körper im Laufe der Zeit sich ein wenig verändert, nämlich gelblich gefärbt; obwohl die Färbung noch schwächer ist, als die des stark brechenden Flintglases, möchte ich das Methylsalicylat für solche Untersuchungen, bei denen es auf möglichste Intensität der violetten Strahlen ankommt, nicht empfehlen.

Die andere Flüssigkeit, bei welcher seit zwei Jahren keine Veränderung beobachtet werden konnte, ist der Zimmtsäure-Aethyläther. Die Brechungsindices desselben sind

|               |              |                |                |
|---------------|--------------|----------------|----------------|
| bei 20,6° C.: | $A = 1,5451$ | $D = 1,5602$   | $G = 1,6031$   |
|               | $B = 1,5501$ | $E = 1,5703$   | $H_1 = 1,6254$ |
|               | $C = 1,5525$ | $b_1 = 1,5717$ | $H_2 = 1,6283$ |
|               |              | $F = 1,5810$   |                |
| bei 18,8° C.: | $A = 1,5456$ | $D = 1,5607$   | $G = 1,6038$   |
|               | $B = 1,5507$ | $E = 1,5709$   | $H_1 = 1,6261$ |
|               | $C = 1,5530$ | $b_1 = 1,5723$ | $H_2 = 1,6290$ |
|               |              | $F = 1,5816$   |                |

Die Dispersion dieses Körpers ist also noch grösser als die des Methylsalicylats, während die Veränderlichkeit der Brechungsindices mit der Temperatur nicht merklich grösser ist. Die Absorption der violetten Strahlen des Spectrums ist sehr gering, namentlich erheblich geringer als die des Flintglases; der Zimmtsäure-Aethyläther ist mir von Herrn Georg Kahlbaum aus C. A. F. Kahlbaum's chemischer Fabrik in Berlin vollkommen farblos geliefert worden. Für die meisten Zwecke, namentlich für Sternspectroskope, verdient die letztere Flüssigkeit daher den Vorzug.

Den Prismensystemen habe ich je nach der Verwendung verschiedene Formen gegeben. Fig. 1 stellt den zur brechenden Kaute senkrechten Durchschnitt eines Prisma's mit gerader Durchsicht dar.  $C, C$  sind die Crownglasprismen,  $F$  ist das Flüssigkeitsprisma,  $G_1, G_2$  zwei Glasplatten, welche auf die Prismen  $C, C$  aufgekittet werden,  $H, H$  ein Mantel von Holz oder Hartgummi, der den parallelepipedischen Glaskörper von vier Seiten einschliesst. Hat man kein Crownglas vom mittleren Brechungsindex der Flüssigkeit zur Verfügung, so versetzt man dieselbe mit wenig Alkohol, bis sie den Brechungsindex des Crownglases für mittleres Licht

hat. Die Dispersion wird hierdurch nur wenig verringert und ist merklich grösser als die eines Gemisches von Aether und Schwefelkohlenstoff von derselben mittleren Brechung.

Die Zusammenfügung der einzelnen Theile geschieht auf folgende Weise. Zuerst breitet man auf die Platte *G*, eine wässrige Lösung von 6 Theilen Gelatine und 5 Rohrzucker nicht zu dünn aus, lässt die Schicht an der Luft vollkommen trocknen und setzt alsdann die erwärmten Prismen *C, C* mit ihren nicht polirten Flächen so auf, dass ihre brechenden Kanten parallel sind, was bei Benutzung von Fernrohr und Collimator eines gewöhnlichen Spectroskops keine Schwierigkeit hat, da der genannte Kitt leicht in der Wärme erweicht. Hierauf wird die Glasplatte *G*<sub>2</sub>, sowie die Grund- und Deckplatte in derselben Weise aufgeklittet und durch die Oeffnung der letzteren (bei *F*) die Flüssigkeit eingefüllt. Den vollkommenen Verschluss bildet eine aufgesetzte Glaskapsel.

Für Spectralapparate ohne gerade Durchsicht gebe ich dem Prisma die Gestalt, welche Fig. 2 im Durchschnitt, senkrecht zur brechenden Kante, zeigt. *C, C* sind die beiden, aus einem Prisma geschnittenen und daher genau gleichen Crownglasprismen mit brechenden Winkeln von je 30° bis 45°; *F* das Flüssigkeitsprisma mit einem brechenden Winkel von 115° bis 140°; *G, G* die aus Spiegelglas geschnittenen Seitenwände, *H, H* der Holzmantel. Die Zusammenfügung der Theile

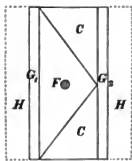


Fig. 1.

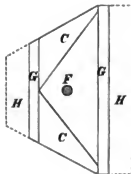


Fig. 2.

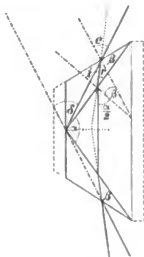


Fig. 3.

geschieht in derselben Weise wie beim vorigen Prisma; sind die brechenden Kanten der Crownglasprismen einander parallel gerichtet, so ist die brechende Kante des Flüssigkeitsprisma's gleichzeitig parallel.

Die Minimalablenkung bei einem solchen Prismensystem erfolgt, wie bei einem einfachen Prisma, beim symmetrischen Durchgange des betrachteten Lichtstrahls. Denn denkt man sich jedes der beiden Crownglasprismen, deren brechender Winkel  $\beta$  sei, durch ein entgegengesetzt liegendes Flüssigkeitsprisma mit dem Winkel  $z$  compensirt, so bleibt ein einfaches Flüssigkeitsprisma vom brechenden Winkel  $\alpha - 2z$  übrig, für welches das Minimum der Ablenkung bekanntlich beim symmetrischen Durchgange stattfindet, d. h. wenn der betrachtete einfache Lichtstrahl im Inneren des Prisma's senkrecht zur Halbierungslinie des Winkels  $\alpha - 2z$  ist. Da diese aber mit der Halbierungslinie des Winkels  $\alpha$  zu-

sammenfällt, so hat der Strahl beim Minimum der Ablenkung innerhalb des Prisma's stets dieselbe Richtung, nämlich senkrecht zur Halbierungslinie des Winkels  $\alpha$ , welchen Werth  $z$  auch haben möge.

Diese Eigenschaft des Prismensystems gestattet die Dispersion stark brechender Flüssigkeiten mit der grösstmöglichen Genauigkeit zu bestimmen. Die Genauigkeit dieser Messungen hängt unter sonst gleichen Umständen von der Länge des Spectrums ab. Da diese Länge etwa die vierfache ist vom Spectrum eines gewöhnlichen Prisma's, so ist die Bestimmung der Differenzen der Brechungsindices mit Anwendung unseres Prismensystems um ebensoviele genauer.

Ist demzufolge  $e$  der Einfallswinkel,  $r$  der Brechungswinkel von Luft in die Crownglasprismen,  $i$  der Einfallswinkel von Crownglas in das Flüssigkeitsprisma, so ist die Minimalablenkung (siehe Fig. 3):

$$\delta = (2i - \alpha) + (2e - 2r),$$

oder da

$$r = i - \beta, \dots \dots \dots (1)$$

$$\delta = 2\left(e + \beta - \frac{\alpha}{2}\right). \dots \dots \dots (2)$$

Ist  $x$  der Brechungsindex der Flüssigkeit für eine bestimmte Linie,  $n$  der des Crownglases für dieselbe Linie, so ist

$$\frac{x}{n} = \frac{\sin i}{\sin \alpha_2}; \quad \frac{\sin e}{\sin r} = n;$$

also zufolge der Gleichungen (1) und (2):

$$x = \frac{n}{\sin \alpha_2} \sin \left[ \beta + \arcsin \frac{1}{n} \sin \left( \frac{\alpha + \delta}{2} - \beta \right) \right]. \dots \dots (3)$$

Die Messungen sind ebenso einfach, die Rechnung nicht viel umständlicher wie beim einfachen Prisma.

Aus der Formel (3) ergibt sich für die halbe Minimalablenkung der Ausdruck:

$$\frac{\delta}{2} = \arcsin n \left( \arcsin \frac{x \sin \alpha_2}{n} - \beta \right) + \beta - \frac{\alpha}{2}. \dots \dots (4)$$

Diese Formel, in Verbindung mit den oben aufgeführten Werthen für die Brechungsindices des Zimmtsäure-Aethyläthers, kann dazu dienen, die Wirksamkeit unseres Prisma's zur Anschauung zu bringen. Für dasselbe sind nämlich

$$\alpha = 120^\circ, \beta = 30^\circ; n(E) = 1,5216; x(E) = 1,5708 \\ n(D) = 1,5183 \quad x(D) = 1,5606.$$

Aus (4) ergibt sich

$$\delta(E) = 54^\circ 24'; \delta(D) = 51^\circ 6',$$

d. h. die Länge des Theiles des Spectrums zwischen den Linien  $D$  und  $E$  beträgt  $3^\circ 18'$  im Minimum. Die Differenz der Minimalablenkungen für die Linien  $D$  und  $E$  bei einem Prisma aus schwerem grüngelben Flintglase (von Meyerstein), dessen brechender Winkel  $60^\circ 12'$ , betrug  $59'$ . Folglich ist die Dispersion des Flüssigkeitsprisma's grösser als die von drei Flintglasprismen der stärksten Dispersion. Der Lichtverlust in Folge der Reflexion an den Seitenflächen ist dagegen bei unserm Prisma noch nicht der vierte Theil von demjenigen, welchen die Anwendung von Glasprismen nothwendig bedingt; er ist merklich geringer als bei einem einzigen

Flintglasprisma. Noch erheblicher tritt der Unterschied in der Lichtstärke hervor, wenn man die Absorption des Lichtes im Flintglase mit in Rechnung zieht. Die bisher ausgeführten Prismen haben zwar keinen grösseren Winkel als  $120^\circ$ ; doch lässt sich die dispersirende Wirkung des Flüssigkeitsprisma's, wie schon aus der oben mitgetheilten Formel (3) hervorgeht, durch Vergrössern des Winkels noch weit steigern. Die Fraunhofer'schen Linien sind äusserst zart und scharf; schon bei achtfacher Vergrösserung erkennt man mittels eines einzigen Prisma's von der Art, wie Fig. 2 zeigt, im Sonnenspectrum deutlich die feine Nickellinie zwischen den beiden Natriumlinien, was bei gleicher Vergrösserung kaum mit drei Flintglasprismen zu erreichen ist. — Trotz der grossen Ausdehnung des Spectrums lassen sich im violetten Theile bei  $H$  die Linien noch deutlich erkennen, wo beim Flintglase längst die Sichtbarkeit aufgehört hat. Doch gilt dies nur von dem reinen Zimmtsäure-Aethyläther, wie ich ihn von Herrn G. Kahlbaum (siehe oben) erhalten habe.

Die Construction der Prismen ist nach meinen Angaben in der optischen Werkstatt des Herrn Haensch, in Firma Schmidt & Haensch in Berlin, ausgeführt.

## Neue Registrirapparate für die Temperatur und Feuchtigkeit der Luft.

Von

Dr. A. Sprung in Hamburg.

Der Waagebarograph mit Laufgewicht, dessen Princip im XII. Bande der „Oesterreichischen Zeitschrift für Meteorologie“, S. 305, und dessen geschickte mechanische Ausführung (durch Herrn R. Fuess in Berlin) im „Bericht über die Wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung im Jahre 1879, S. 233“, besprochen wurde, ist jetzt in zwei Exemplaren hergestellt worden, welche beide vortrefflich functioniren. Hierdurch werde ich ermuthigt, das Princip dieses Barographen auch für andere meteorologische Registrir-Apparate in Vorschlag zu bringen. — Die Gesichtspunkte, durch welche ich mich bei der Construction der Autographen leiten lasse und deren volle Berücksichtigung gerade mit Anwendung des erwähnten Principes durchführbar ist, sind folgende:

1. Der Apparat soll continuirlich registriren, damit das für das Studium gewisser atmosphärischer Phänomene wichtige Detail deutlich und in seiner charakteristischen Form hervortrete. Dieser Bedingung wird dadurch entsprochen, dass die Zustands-Änderungen des eigentlichen physikalischen Apparates in Bewegungen einer mechanischen Vorrichtung umgesetzt werden, welche — von ersterem ganz unabhängig — in beliebiger Grösse construirt werden kann, wie die feste Führung des Schreibstiftes sie erfordert.

2. Die von dem Apparate gezeichnete Curve soll jederzeit vollkommen getreu den Gang des meteorologischen Elementes darstellen, damit sie ohne jede nennenswerthe Reduction in die meteorologischen Zahlenwerthe umgesetzt werden könne. Hierzu ist zweierlei erforderlich: erstens müssen alle Substanzen vermieden werden, deren Zustandsänderungen in ihrer Beziehung zum meteorologischen Elemente entweder nicht genau bekannt oder zeitlichen Veränderungen unterworfen sind; zwei-

tens ist die Einrichtung so zu treffen, dass alle fremden Elemente die Aufzeichnungen nicht zu beeinflussen vermögen. Bei dem Barographen ist dieses Ziel sogar wie vollkommen erreicht; wieweit dasselbe von den anderen Apparaten gilt, wird aus der folgenden Besprechung derselben hervorgehen.

3. Die Aufzeichnung des Apparates soll ohne Weiteres telegraphisch registrirbar sein. Schon am Schlusse des Artikels über den Barographen im Ausstellungsberichte, S. 242, habe ich darauf hingewiesen, dass der Apparat der Empfangsstation einfach nur eine Copie gewisser Theile des Haupt-Apparates darzustellen braucht, um eine mit dem Originale identische Fern-Registrirung zu bewirken.

### I. Der Thermograph.

Die dem Einflusse der Temperatur ausgesetzte Substanz ist ein trockenes Gas. In dem Bestreben, eine möglichst rationelle Verwendung desselben aufzufinden, bin ich schliesslich zu zwei nicht unwesentlich verschiedenen Formen des Apparates gelangt, zwischen denen zu entscheiden am besten dem Mechaniker überlassen bleibt.

#### Erste Form des registrirenden Luft-Thermometers.

Im Wesentlichen besteht der Apparat aus einem Heber-Barometer, dessen beide Schenkel durch ein biegsames Rohr verbunden sind; der kurze Schenkel communicirt nicht mit der Atmosphäre, sondern durch ein capillares Metallrohr mit einem, ausserhalb des Hauses befindlichen Luft-Reservoir. Der Mechanismus bewirkt eine derartige verticale Bewegung des langen Schenkels, dass das Volumen des Gases — trotz aller Aenderungen seiner Spannung — unverändert dasselbe bleibt, so dass diese Spannung proportional der absoluten Temperatur variiert. Die Möglichkeit einer solchen Construction geht aus der Fig. 1 hervor. Wenn die Oberfläche des Quecksilbers im kurzen Rohre  $r$  sich zwischen den beiden Endpunkten der Platindräthe  $k_1$  und  $k_2$  befindet, so wird das Rohr  $R$  am Herabsinken vermöge des eigenen Gewichtes durch den Sperrhaken  $S$  verhindert, bleibt also in Ruhe; steigt die Temperatur, so sinkt die Oberfläche unter  $k_1$ , der Strom der Kette  $K_1$  wird unterbrochen, und das immerfort durch das Uhrwerk (welches in der Figur fehlt) getriebene Rad  $a$  drückt nun gegen  $R$  und hebt dieses Rohr, bis die Quecksilber-Oberfläche in  $r$  mit  $k_1$  wieder in Berührung kommt. Sinkt aber die Temperatur, so wird durch geringes Steigen des Niveaus in  $r$  bei  $k_2$  der Strom einer zweiten Kette  $K_2$  geschlossen, und dadurch der Sperrhaken  $S$  gehoben, so dass das Rohr  $R$  herabsinkt (damit dieses langsam erfolge, wäre vielleicht am letzten Rade rechts ein kleines Flügelrad anzubringen). Die Aufzeichnungen erfolgen vermöge eines, mit dem langen Schenkel  $R$  fest verbundenen Schreibstiftes auf einer horizontal sich bewegenden Schreibtafel.

Das biegsame Rohr  $g$  kann aus einem sehr engen und dickwandigen Kautschukschlauche oder vielleicht besser aus einem Metallrohr mit drei Gelenken oder auch aus einem spiralig gewundenen Metallrohr (Eisen oder Platin) bestehen.

Die Theorie des Apparates ist ausserordentlich einfach, sobald gewisse störende Einflüsse als für die Praxis bedeutungslos ausser Acht gelassen werden. Wenn dem Entwürfe gemäss die Quecksilber-Oberfläche in  $r$  trotz aller Temperaturschwankungen unverändert bleibt und das innere Volumen der Rohre  $r$ ,  $g$  und  $R$  stets

dasselbe ist, so muss das an Volumen ebenfalls constante Quecksilber im Rohre *R* stets um eine bestimmte Strecke *c* vom oberen verschlossenen Ende dieses Rohres entfernt bleiben; das kann aber bei steigender Temperatur nur dadurch geschehen,

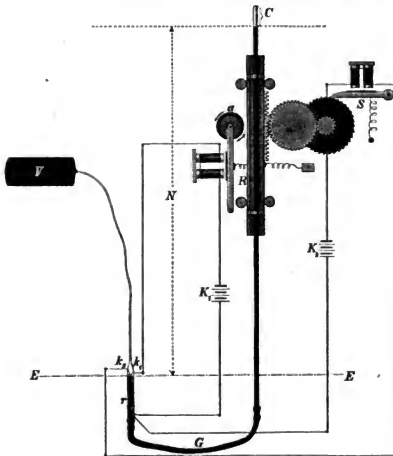


Fig. 1 ( $\frac{1}{10}$  nat. Gr.).

dass das Rohr *R* und damit auch der Schreibstift, um genau dieselbe Anzahl von Millimetern sich hebt, um welche der Druck im Reservoir *V* zunimmt<sup>1)</sup>. Man hat also

$$(1) \quad h - h_0 = N - N_0,$$

wenn *h* die Höhe des Schreibstiftes über irgend einer festen Horizontalebene, und *N* die Niveaudifferenz der zwei Quecksilber-Oberflächen bezeichnet. Es ist ferner:

$$(2) \quad N = N_0 \frac{T}{T_0},$$

wenn *T* die absolute Temperatur bedeutet und durch den Index 0 allgemein die betreffenden Werthe unmittelbar nach der Zusammensetzung des Apparates charakterisirt werden. Bei Elimination von *N* aus (1) und (2) erhält man:

$$(3) \quad h - h_0 = N_0 \left( \frac{T}{T_0} - 1 \right)$$

und daraus:

$$(4) \quad \frac{dh}{dT} = \frac{N_0}{T_0}.$$

<sup>1)</sup> Um die Richtigkeit dieser, vielleicht nicht sogleich allgemein verständlichen Schlussfolgerung zu demonstrieren, wurde von mir für die Ausstellung maritimer Gegenstände im neuen Dienstgebäude der Seewarte in Hamburg ein Luftthermometer in der angegebenen Weise construirt; der Erfolg entsprach vollkommen der Erwartung.

Betrag also zu Anfang die Spannung des Gases  $N_0 = 760$  mm bei einer absoluten Temperatur  $T_0 = 273^\circ$  (Gefrierpunkt), so hat die Höhenänderung  $\frac{dh}{dT}$  des Schreibstiftes für  $1^\circ C$  den Werth 2.8 mm.

Um einer baldigen Störung der Contacte  $k_1$  und  $k_2$  durch Erzeugung von isolirenden Quecksilber-Oxyden vorzubeugen, schlage ich vor, das Reservoir nicht mit atmosphärischer Luft, sondern mit Stickstoff zu füllen. Erfahrungen über elektrische Quecksilber-Contacte in indifferentem Gase liegen mir leider nicht vor, man sollte indessen erwarten, dass dieselben sich vielleicht besser bewähren würden, als solche, bei denen das Quecksilber durch Alkohol, Oel etc. geschützt ist.

Der hier erläuterte Mechanismus des Thermographen unterscheidet sich von demjenigen des Barographen ganz wesentlich dadurch, dass nur dann Contacte erfolgen, wenn das meteorologische Element sich ändert, wodurch die Anzahl derselben natürlich in hohem Grade verringert wird<sup>1)</sup>.

Besondere Vortheile dieser ersten Form des registrirenden Luft-Thermometers bestehen z. B. darin, dass auf die specielle Form der Glasrohre fast gar nichts ankommt: jedes annähernd cylindrische und gerade Glasrohr ist brauchbar; — dass ferner in Folge des stets unveränderten Standes der Quecksilberoberfläche in  $r$  nicht nur das Luftvolumen nahezu vollständig constant bleibt, sondern auch der darüber befindliche, luftgefüllte Theil des Glasrohres  $r$  nur sehr kurz zu sein braucht, so dass die abweichende Temperatur desselben fast gar nicht die gewünschte Proportionalität zwischen der Bewegung des Schreibstiftes und der Aenderung der Lufttemperatur zu stören vermag. Das Luftreservoir braucht infolgedessen nur verhältnissmässig klein zu sein, wodurch natürlich an Empfindlichkeit gewonnen wird.

Dahingegen fallen auch die Uebelstände des Apparates sogleich in die Augen. Die Contacte innerhalb der Gaskammer sind zu schwer zugänglich; es müssten also vielleicht besondere Vorkehrungen getroffen werden, welche z. B. die gegenseitige Entfernung der beiden Platinspitzen  $k_1$  und  $k_2$  zu reguliren gestatten, ohne dass Luft einzudringen vermag (Schrauben, welche durch fein gearbeitete Stopfbüchsen gehen, etc.); ein Glashahn auf dem Wege des Capillarrohres, durch welchen der grösste Theil des Gases ganz abgesperrt werden kann, wäre durchaus notwendig. — Ferner ist zu tadeln, dass man die Bewegungsgrösse des Schreibstiftes für die Einheit der Temperaturänderung nicht mit der Leichtigkeit, wie bei dem Barographen, beliebig variiren lassen kann; eine Vergrösserung der Bewegung wäre nach Gleichung (4) nur dadurch zu erzielen, dass man  $N_0$  möglichst gross, und  $T_0$  sehr klein wählt, dass man also z. B. die Zusammensetzung des Apparates bei hohem Luftdruck und starkem Froste ausführt, oder auch das Gas künstlich comprimirt.

<sup>1)</sup> Eine ganz entsprechende Einrichtung kann auch dem Barographen gegeben werden und dürfte sich vielleicht für eventuell noch zu construierende Exemplare desselben empfehlen. Um zu verhindern, dass der, bei constantem Luftdruck frei zwischen den zwei Contactstellen schwebende Waagebalken bei jeder schwachen Erschütterung in Schwankungen gerathe und unnütze Stromschlüsse herbeiführe, wird man gut thun, die Bewegungen desselben durch zwei einander entgegenwirkende schwache Federn zu erschweren.



Zweite Form des registrirenden Luft-Thermometers.

Dieselbe bildet eine Combination des Waage-Thermographen, welcher von mir im XIII. Bande der Oesterreichischen Zeitschrift für Meteorologie, S. 300, kurz beschrieben wurde, mit der soeben erörterten ersten Form. Am angeführten Orte schlug ich vor, ein offenes Quecksilber-Manometer auf einem gleichschenkligen Waagebalken zu befestigen und den störenden Einfluss des Luftdrucks durch ein, ebenfalls am Waagebalken befestigtes Barometer von entsprechendem Querschnitt zu compensiren. Jetzt erscheint es mir einfacher, den Einfluss des Luftdrucks von vornherein auszuschliessen, indem ein Heber-Barometer, dessen kurzer Schenkel mit dem Luftreservoir communicirt, auf einem starren, nach Art eines Waagebalkens aufgehängten Rahmen derartig angebracht wird, dass der Drehungspunkt genau in der Mitte zwischen den Axen der verticalen Schenkel liegt. Die Skizze (Fig. 2)

mag von der Anordnung der wesentlichsten Theile eine ungefähre Vorstellung gewähren. Der Drehungspunkt *D* liegt nahezu im Schwerpunkte des ganzen Systems, bloss aus dem einen Grunde, weil in diesem Falle das Trägheitsmoment am kleinsten ist<sup>1)</sup>. Im Uebrigen kommt es nur darauf an, dass diejenigen Stücke des Glasrohres, in welchen die Quecksilberoberflächen sich bewegen, genau cylindrisch sind und vertical stehen. Da eine merkliche Drehung des Systemes bei Anwendung des zeichnenden Lufrades in der That nicht stattfindet, so würde unter diesen Bedingungen das statische Moment auf der rechten Seite für jede Einheit der Temperatur-Steigerung um die gleiche Grösse zunehmen, wenn das Volumen des

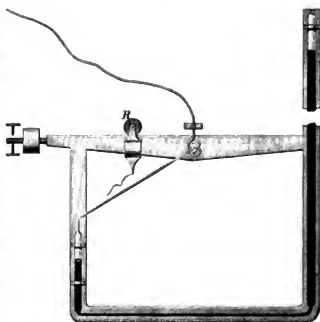


Fig. 2 ( $\frac{1}{10}$  nat. Gr.).

Gases constant und dessen Temperatur überall dieselbe wäre — was hier nicht ganz der Fall ist. Das Volumen des Reservoirs muss also so gross genommen werden, dass die hieraus erwachsende Störung der Proportionalität entweder innerhalb der zulässigen Fehlergrenze bleibt, oder durch eine sehr einfache Correction ausgeglichen werden kann. Um hierüber ein bestimmtes Urtheil zu gewinnen, bezeichnen wir mit

- V* das Volumen des Reservoirs,
- $\alpha$  den Ausdehnungscoefficienten des Quecksilbers,
- $\gamma$  den cubischen Ausd. Coeff. des Gefässmetalles,
- $p_0$  die Spannkraft des Gases bei  $0^\circ \text{C.}$ ,
- Q* den Querschnitt der Quecksilbersäulen,

<sup>1)</sup> Das Trägheitsmoment dadurch zu verringern, dass man denjenigen Theil der Glasröhren, welcher stets mit Quecksilber gefüllt bleibt, erheblich verengert, ist nicht zu empfehlen, da alsdann die Zimmertemperatur beträchtlichen Einfluss auf die Angaben des Apparates gewinnt; nur der untere horizontale Theil darf beliebig verengert werden.

$N$  die Niveaudifferenz beider Quecksilberkuppen bei der Gastemperatur von  $0^\circ \text{C}$ .

$n$  die Zunahme derselben für eine Steigerung der Temperatur von  $0^\circ$  auf  $t^\circ$

und setzen  $\alpha - \gamma = \delta$ .

Wenn bei der Temperatur-Steigerung das Volumen des Gases dasselbe bliebe, so würde der Temperatur  $t$  folgender Druck entsprechen:

$$(5) \quad p' = p_0 (1 + \delta t).$$

Da aber  $V$  um die Grösse  $\frac{n}{2} Q$  zunimmt, so ist der wirkliche Druck  $p$  geringer als  $p'$  nach der Relation:

$$p = p' \frac{V}{V + \frac{n}{2} Q},$$

welche vermöge der Gleichung (5) übergeht in:

$$(6) \quad p = p_0 (1 + \delta t) \frac{V}{V + \frac{n}{2} Q}.$$

Ersetzt man das Verhältniss  $p : p_0$  durch  $N + n : N$  und löst nach  $t$  auf, so ergibt sich:

$$(7) \quad t = \frac{n}{\delta} \left( \frac{1}{N} + \frac{Q}{2V} + \frac{Qn}{2VN} \right).$$

Hieraus folgt als Maass der Temperatur-Aenderung für die Einheit der Zunahme der Niveaudifferenz  $n$ :

$$(8) \quad \frac{dt}{dn} = \frac{1}{\delta} \left( \frac{1}{N} + \frac{Q}{2V} \right) + n \frac{Q}{2VN\delta}.$$

Die Bewegung des Laufrades ist — wenn die Temperatur des Quecksilbers als constant vorausgesetzt wird — der Niveauänderung  $n$  proportional; es besteht also der Gleichung (7) zufolge zwischen der Bewegung des Schreibstiftes und der Temperatur nicht einfache Proportionalität. Nimmt man aber an, dass dieses der Fall sei und zwar, dass die für den Gefrierpunkt ( $n = 0$ ) gültige Relation

$$\left( \frac{dt}{dn} \right)_0 = \frac{1}{\delta} \left( \frac{1}{N} + \frac{Q}{2V} \right)$$

bei allen Temperaturen existire, berechnet man also Temperaturen  $t'$  nach der einfacheren Gleichung:

$$(9) \quad t' = \frac{n}{\delta} \left( \frac{1}{N} + \frac{Q}{2V} \right),$$

so sind diese Temperaturen fehlerhaft und müssen um die Grössen

$$(10) \quad t - t' = n^2 \frac{Q}{2NV\delta}$$

corrigirt werden. Ist z. B.  $V = 760 \text{ cm}$ ,  $Q = 1 \text{ qcm}$ ,  $N = 76 \text{ cm}$ ,  $\delta = 0.003612$  (nämlich  $\alpha = 0.003666$ ,  $\frac{\gamma}{3} = 0.000018$  [Reservoir aus Kupfer]) so ergeben sich folgende zusammengehörige Werthe:

| $n$    | $t'$    | $t - t'$ | $t$      |
|--------|---------|----------|----------|
| - 9 cm | - 34.43 | + 0.19   | - 34.24  |
| - 6    | - 22.96 | + 0.09   | - 22.87  |
| - 3    | - 11.48 | + 0.02   | - 11.46  |
| 0      | 0.00    | + 0.00   | 0.00     |
| + 3    | + 11.48 | + 0.02   | + 11.50  |
| + 6    | + 22.96 | + 0.09   | + 23.05  |
| + 9    | + 34.43 | + 0.19   | + 34.62. |

Das hier angenommene Volumen  $V = 760$  ccm (ungefähr  $\frac{3}{4}$  Liter) ist für ein Luftthermometer durchaus nicht zu gross; nimmt man das Doppelte desselben, so bleibt der aus der Volumenänderung entspringende Fehler schon innerhalb der für Temperaturmessungen jetzt gebräuchlichen Genauigkeitsgrenzen.

## II. Der Hygograph.

Sind Luftdruck und Temperatur durch eine Instrumental-Beobachtung einfach und sicher zu bestimmen, so gilt dieses nicht mehr von der Feuchtigkeit der Luft; denn die bequemen Instrumente, Haar-Hygrometer und Psychrometer, sind ungenau, das Thaupunkt-Instrument aber erfordert Uebung und Geduld, und zwar in um so höherem Grade, je mehr der Feuchtigkeitsgehalt der Luft seinem Maximum sich nähert.

An ein registrirendes Hygrometer wird man in Folge dessen von vornherein wohl nicht so hohe Anforderungen stellen, wie an den Baro- und Thermographen. Das Instrument, welches ich vorschlagen möchte, verspricht weit sicherere Angaben zu liefern, als die soeben angeführten Feuchtigkeitsmesser, verzichtet aber auf die Continuität der Aufzeichnungen und auf vollständige Proportionalität zwischen der Bewegung des Schreibstiftes und absoluter oder relativer Feuchtigkeit, so dass eine Reduction der Angaben erforderlich wird, wenn man diese Elemente erhalten will; allein es giebt unmittelbar die für meteorologische Zwecke mindestens ebenso wichtige Menge des Wassers an. Die Methode besteht in einer directen Wägung des in einem bestimmten Luft-Volumen enthaltenen Wassers, welches letzterem durch Chlorcalcium oder Schwefelsäure entzogen wird. Wie der Apparat functioniren soll, wird aus der Fig. 3 ohne umständliche Erläuterung ersichtlich sein. Ein Laufwerk erhält das Flügelrad  $F$  in ununterbrochener Rotation, durch welche bei der, in der Figur dargestellten Stellung der Ventile ein Strömen der Luft in der Richtung der voll gedruckten Pfeile erzeugt wird. Nachdem dieses etwa eine Viertelstunde hindurch andauert hat — nämlich lange genug, um der vollständigen Erneuerung der Luft in dem grossen Metall-Gefässe  $V$  sicher zu sein — schlägt ein von einem Uhrwerk von Viertel- zu Viertelstunde gehobener Hammer herunter und öffnet dadurch die Ventile  $w$  und  $w'$ , schliesst aber gleichzeitig die Ventile  $v$  und  $v'$ , sowie auch die obere Oeffnung  $u$  im verticalen Cylinder  $h$ , soweit letztere nicht von der dünnen Metallstange eingenommen wird, an der die Chlorcalciumschale hängt<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Diese anscheinend complicirte Aufgabe des Hammers kann z. B. dadurch gelöst werden, dass man denselben innerhalb einer halben Stunde eine ganze Rotation um die Axe  $aa'$  beschreiben lässt; der Theil des Apparates, welcher in der Figur rechts von der punctirten Verticallinie liegt, ist um  $180^\circ$  gedreht zu denken, so dass  $v'$  ebenso nahe an  $v$  rückt, wie  $w'$  an  $w$ , und ein und derselbe zweiarmlige Hebel die zusammengehörigen Ventile greifen kann.

Dadurch ist ein bestimmtes Volumen der atmosphärischen Luft vollkommen abgeschlossen; das rotirende Flügelrad treibt dasselbe eine Viertelstunde lang in immer erneuertem Kreislaufe (welcher durch die gestrichelten Pfeile angedeutet ist) über die Chlorcalciumschalen hinweg, sodass die Wasserdämpfe sicher vollständig abgegeben werden. Am Ende der Viertelstunde schliesst der Hammer die Ventile  $w$  und  $w'$ , öffnet aber  $v$ ,  $v'$  und  $u$ , so dass die Schale nunmehr frei an dem Waage-

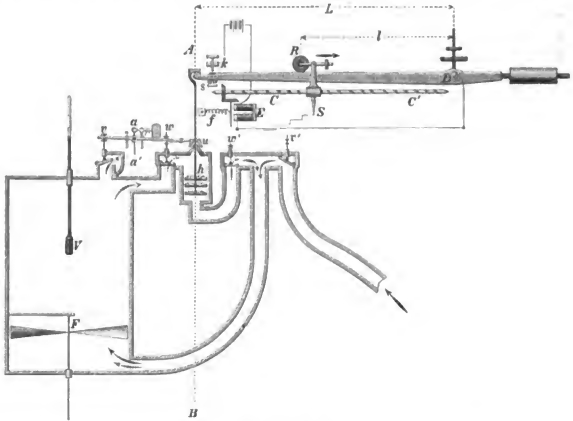


Fig. 3 ( $\frac{1}{4}$  nat. Gr.).

balken hängt. Da dieselbe an Gewicht zugenommen hat, so gibt letzterer sofort die Berührung mit der oberen (platinirten) Metallspitze<sup>1)</sup>  $k$  auf und sinkt auf die Schraubenspitze  $s$  herab; das Uhrwerk beginnt infolgedessen auf das Laufrad  $R$  zu wirken und dasselbe sammt dem Schreibstifte  $S$  dem Drehungspunkte  $D$  des Waagebalkens zutreiben, bis der linke Arm desselben emporschnellt, sich an  $k$  anlegt und dadurch einen, den Elektromagnet  $E$  umkreisenden Strom schliesst; hierdurch wird aber die Verbindung der Uhr mit der Stahlschraube  $CC'$  aufgehoben, das Laufrad steht still und die Wägung ist beendet. Geschwindigkeit und Gewicht des Laufrades müssen natürlich so gewählt werden, dass auch beim grössten Feuchtigkeitsgehalte eine Viertelstunde genügt um die Wägung zu erledigen. — Am Ende dieser zweiten Viertelstunde werden wieder  $w$ ,  $w'$  und  $u$  geschlossen, dagegen  $e$  und  $v'$  geöffnet und das Spiel beginnt von Neuem wie vorher.

Der mechanischen Ausführung des Apparates stehen offenbar gar keine Schwierigkeiten im Wege; es ist jedoch wichtig, noch zu überlegen, welche Gewichtsmengen etc.

<sup>1)</sup> Die Platinspitze ist bei der Ausführung durch eine Quecksilbercontact-Vorrichtung zu ersetzen, indem die Bewegung des Waagebalkens durch einen kleinen, zweiarmigen Hebel in die entgegengesetzte der von oben her in das Quecksilber eintauchenden Platinspitze umzuwandeln ist.

hier in Frage kommen. Ist die Luft mit Feuchtigkeit gesättigt, so entsprechen einander folgende Werthe der Temperatur in Centigraden und der Gewichtsmenge Wasser in Grammen, welche in einem Cubikmeter enthalten sind:

|              |       |       |       |     |       |       |       |       |       |
|--------------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temp.:       | - 30° | - 20° | - 10° | 0°  | + 10° | + 20° | + 30° | + 35° | + 40° |
| Wasserdampf: | 0.6   | 1.1   | 2.2   | 4.7 | 9.2   | 17.0  | 30.0  | 39.3  | 50.9  |

Erfahrungsgemäss ist ja die atmosphärische Luft bei niedrigen Temperaturen relativ feucht, bei hohen Temperaturen trocken; in unseren Gegenden übersteigt die Temperatur selten 35° C., wobei die Feuchtigkeit meist unter 50% liegt, so dass die zu absorbirende Gewichtsmenge im Allgemeinen etwa von 1 bis 20 g für ein Cubikmeter Luft schwanken wird. Wählt man also z. B. das Gefäss  $V$  10 Liter =  $\frac{1}{10}$  Cubikmeter gross, so beträgt die jedesmal abzuwägende Menge Wasserdampf 0.01 bis 0.20 g.

Bezeichnet man nun mit

- $P$  das Gewicht der Chlorcalciumschale,
- $p$  das Gewicht des Laufrades,
- $L$  und  $l$  die Abstände der Schale und des Laufrades vom Drehungspunkte  $D$ ,

so wird die Gleichheit der statischen Momente links und rechts ausgedrückt durch

$$(11) \quad P L + p l = \text{const.}$$

woraus folgt:

$$(12) \quad -dl = \frac{L}{p} dP.$$

Die Bewegung des Laufrades  $-dl$  ist also — unabhängig von der jeweiligen Lage desselben — der Gewichtszunahme  $dP$  der Schale proportional. Stellt man nun z. B. die Bedingung, dass die Verschiebung bei jeder Wägung mindestens 1 mm betragen müsse, so ergibt sich

$$(13) \quad p = L dP$$

als Gewicht  $p$  des Laufrades; wählt man z. B.  $L = 500$  mm, so darf das Gewicht  $p$  nicht mehr als  $p = 500 \times 0,01 = 5,0$  g betragen. Für ein solches Laufrad würde der in 24 Stunden bei halbstündlicher Registrirung durchlaufene Weg bei sehr niedrigen Temperaturen ( $dP = 0,01$  g) 48 mm betragen, bei sehr hohen Temperaturen also 960 mm, d. h. mehr, als die Länge des Waagebalkens beträgt.

Hieraus folgt, dass es rathsam ist, mindestens zwei in den Apparat passende Laufräder in Bereitschaft zu haben, und zwar von 5,0 und 10,0 g Gewicht, von denen das erste in der kalten, das andere in der warmen Jahreszeit anzuwenden ist. Kommt es darauf an, z. B. in Polargegenden die Feuchtigkeit sehr sorgfältig zu registriren, so steht Nichts im Wege, das Laufrad noch beträchtlich leichter zu wählen.

Man ersieht aus vorstehender Betrachtung, dass die Gewichtsmenge Wasserdampf in der Luft gross genug ist, um bei keineswegs ungewöhnlich grossen Dimensionen des Apparates eine deutliche und sichere Registrirung zu erzielen.

Zum Schlusse ist noch darauf hinzuweisen, dass die genaue Bestimmung des dem Versuche unterworfenen Luftvolumens auf einige Schwierigkeiten stösst, insofern die Temperatur der Luft beim Eintritt in das Zimmer sich ändert, und zwar in einer nicht sicher controlirbaren Weise. Diesem Uebelstande wird man wirksam

dadurch begegnen, dass man für eine nahezu constante Temperatur des Zimmers sorgt, und die Luft durch ein, innerhalb des Zimmers von Wasser umspültes Schlangenrohr streichen lässt, so dass sie vor dem Eintritt in den Apparat schon nahezu Zimmertemperatur angenommen hat. Condensation des Wasserdampfes ist dabei kaum zu befürchten, da der Thaupunkt höchst selten unter der Zimmertemperatur liegen dürfte.

Es wird sich empfehlen, die Luft durch eine dünne Schicht Watte zu filtriren, um den Staub und, bei Anwesenheit von Nebel, das flüssige Wasser zurückzuhalten. Correspondirende, auf diese Weise ausgeführte Wägungen des ganzen und gasförmig vorhandenen Wassers in nebelerfüllter Luft dürften übrigens für die Meteorologie von nicht geringem Interesse sein.

Hamburg, September 1881.

## Ueber ein Polarispectromikroskop, mit Bemerkungen über das Spectrumocular.

Von

Prof. Dr. A. Rollett in Graz.

Mit dem in der Ueberschrift angeführten Namen soll die Combination eines zusammengesetzten Mikroskopes mit einem Spectral- und einem Polarisationsapparate bezeichnet werden. Ich wurde bei Gelegenheit meiner Untersuchungen über die Spectren der Farben dünner Blättchen und der Polarisationsfarben von Gypsblättchen (Sitzungsb. der Wien. Akad. Bd. LXXV, Abth. III 1877, S. 173 und Bd. LXXVII Abth. III 1878 S. 177) darauf aufmerksam, dass man für gewisse histologische Untersuchungen aus einer solchen Combination grossen Nutzen ziehen kann. Ehe ich aber hier an die Beschreibung des Instrumentes und seiner Anwendung gehe, möchte ich einige Bemerkungen über die in Gebrauch gekommenen Mikrospectroskope vorausschicken.

Man war anfänglich bemüht, Theile eines Spectrum oder ein kleines in das Sehfeld des Mikroskopes passendes Spectrum in die Ebene des mikroskopischen Objectes zu projectiren. Das geschah mittels Spectralapparaten, welche vor dem Objectiv angebracht wurden, und man konnte so Beobachtungen über das Verhalten mikroskopischer Objecte in monochromatischen Lichte anstellen.

Mit dieser Art der Untersuchung concurrirte aber später das Spectrumocular, welches nach dem Vorbilde der Einrichtung gewisser Sternspectroskope auf Anregung von W. Huggins eingeführt wurde und in den für Mikroskope bestimmten Spectrumocularen von Sorby und Browning, Zeiss u. A. seine Repräsentanten fand.

Jede der zwei angeführten Methoden dient aber anderen Zwecken und bei genauerer Betrachtung ergibt sich, dass nur die ältere Art der Untersuchung für eigentlich mikroskopische Studien einer ausgedehnteren Anwendung fähig ist, während die Anwendung des Spectrumoculares eine viel beschränktere ist.

Beim Spectrumocular befindet sich bekanntlich der Spalt an der Stelle des vom Objectiv und Collectiv des Mikroskopes (mit Campanischer Einrichtung) entworfenen umgekehrten Luftbildes. Ein linienförmiger Streifen des letzteren wird

dann als virtuelles Bild und von einem Prismensystem *à vision direct spectral* zerlegt betrachtet.

Eine solche Einrichtung eignet sich vortrefflich für das Studium von Absorptionsspectren gleichmässig gefärbter in ihrem Inneren keine Contouren mehr enthaltender mikroskopischer Objecte, deren Bilder den Spalt ganz oder in einer bestimmten Ausdehnung bedecken. Sie kann ferner zu demselben Zwecke benutzt werden, wenn es sich um das Absorptionsspectrum nur einer bestimmten absorbirenden Substanz handelt, welche an fein und gleichmässig in einer Flüssigkeit vertheilten Trägern haftet, wie das bei den rothen Blutkörperchen oder bei Chlorophyllkörnern der Fall ist. In diesen Fällen ist aber die Wirkung des Spectrum-oculares nur dann eine gute, wenn das mikroskopische Object nicht im Focus des Mikroskopes, sondern etwas ober- oder unterhalb desselben eingestellt wird, worauf schon von anderer Seite<sup>1)</sup> und von mir selbst<sup>2)</sup> gelegentlich aufmerksam gemacht wurde.

Der Grund für dieses Verfahren ist auch leicht einzusehen. Er kann am Besten an einem Beispiele klar gemacht werden. Man bringe einen zwischen Objectträger und Deckgläschen ausgebreiteten Blutstropfen unter das mit dem Spectrum-oculare montirte Mikroskop, entferne das Prisma des Oculares und stelle bei weit geöffnetem Spalt so ein, dass man ein möglichst scharfes Bild der Blutkörperchen erhält, dann verengere man den Spalt und setze das Prisma ein. Man wird ein ungleich helles von zahlreichen senkrecht auf der Richtung des Spaltes stehenden dunklen Linien und Schatten durchzogenes Spectrum erhalten, in welchem sowohl die Fraunhoferschen Linien, als auch die Absorptionsstreifen nur undeutlich und bruchstückweise zu erkennen sind. Es verhält sich so wie bei einem Spectrum, welches von einem aus schlechten S' Gravesande'schen Schneiden gebildeten oder Staubtheilchen enthaltenden Spalt geliefert wird.

Diese Wirkung bringen in unserem Falle die scharfen Contouren der Blutkörperchen hervor.

Ändert man nun die Einstellung des Mikroskopes in dem einen oder dem anderen Sinne, so erhält man sehr bald ein gleichmässig helles Spectrum mit scharfen Fraunhofer'schen Linien und den schönen Absorptionsstreifen des Haemoglobins. Es ist klar, dass, nachdem man das Object aus dem Focus des Mikroskopes gebracht hat, von einem mikroskopischen Sehen eigentlich nicht mehr die Rede sein kann. Es wird jetzt nicht mehr ein Streifen des vom Objectiv und Collectiv entworfenen scharfen Luftbildes in spectraler Zerlegung gesehen, sondern ein linienförmiger Streifen der jetzt in die Ebene des Spaltes im Ocular fallenden sich wechselseitig durchschneidenden Zerstreungskreise (Durchschnitte der den einzelnen Bildpunkten entsprechenden Strahlenkegel ober- oder unterhalb der Bildebene). Wir haben aber auf diese Weise die für die Reinheit des Absorptionsspectrums schädliche Wirkung der scharfen Contouren der mikroskopischen Objecte, die sich in der ungleichmässigen Helligkeit des Spectrum kund gab, behoben und die Vortheile einer gleichmässigen Erleuchtung eingetauscht. Entfernt man, wenn man so zu einem gleichmässigen Spectrum gekommen ist, das Prisma des Oculares

<sup>1)</sup> Kraus, zur Kenntniss der Chlorophyllfarbstoffe. Stuttgart 1872. S. 13.

<sup>2)</sup> Mittheilungen des Vereins der Aerzte in Steiermark XIII, S. 23. 1875/76.

wieder und öffnet den Spalt, so sieht man eben nur ein undeutliches und verschwommenes Bild der Blutkörperchen.

Das Beispiel wird genügen, um die zuletzt erwähnte Art der Verwendung des Spectrumoculares für alle Fälle zu erläutern.

Ausser der Verwendung, welche das Spectrumocular zum Studium von Absorptionsspectren gefunden hat, wäre noch diejenige zu erwähnen, welche ich selbst von demselben für die Untersuchung der spectralen Erscheinungen der Newton'schen Farbenringe und der Polarisationsfarben von Krystallplatten<sup>1)</sup>, also wieder für nicht streng mikroskopische Zwecke, gemacht habe.

Ich glaube durch die vorstehenden Betrachtungen genügend erwiesen zu haben, dass die Anwendung des Spectrumoculares in der Mikroskopie eine ziemlich beschränkte ist, und wenn man dieser Behauptung entgegenhalten wollte, dass Sorby so überaus zahlreiche Beobachtungen mittels des Spectrumoculares gemacht hat, so ist darauf zu erwidern, dass es sich bei Sorby's Untersuchungen doch immer nur um die Auffindung charakteristischer Absorptionsspectren von Farbstoffen gehandelt hat, also immer um die Lösung einer bestimmten Aufgabe, für welche eben das Spectrumocular sich vorzüglich eignet.

Es giebt aber eine grosse Anzahl von Aufgaben der mikrospectroskopischen Untersuchung, welche mittels des Spectrumoculares gar nicht in Angriff genommen werden können, alle jene, bei welchen es sich nicht bloss darum handelt, die Absorptionsspectren von an mikroskopischen Objecten vorkommenden Farbstoffen, sondern darum, die mikroskopischen Objecte selbst im monochromatischen Lichte, sei es bestimmter oder aller Regionen des Spectrum zu untersuchen. Für solche Zwecke braucht man das in die Ebene des Objectes projecirte Spectrum, wie es vor der Einführung des Spectrumoculares von verschiedenen Seiten angewendet wurde.

Auch für das nun zu beschreibende Polarispectromikroskop lässt sich nur ein auf dem letzteren Principe beruhendes Mikrospectroskop verwenden.

Das Instrument wurde von den Herren Schmidt & Haensch in Berlin nach meinen Angaben in ganz ausgezeichnete Weise ausgeführt.

An einem Mikroskope Fig. 1, bei welchem der Objecttisch von der Grundplatte des Stativs etwas weiter absteht als gewöhnlich, sind folgende Nebenapparate angebracht:

I. Unter dem Objecttische  $t$  befindet sich mittels einer mit ovalem Loche versehenen Metallplatte  $a$  an denselben angesetzt ein kleines Spectroskop  $b$ . Dasselbe ist mit Hilfe einer an der erwähnten Metallplatte angebrachten Schlittenvorrichtung durch eine mit Trommeltheilung versehene Mikrometerschraube  $c$  in horizontaler Richtung von rechts nach links verschiebbar und besteht siehe Fig. 2 aus folgenden Theilen: 1. dem Spalt  $s$  der mittels der Schraube  $d$  zu stellen ist, 2. einer Collimatorlinse  $e$ , 3. einem Prismensystem *à vision directe*  $f$  und 4. einer darüber liegenden Sammellinse von kurzer Brennweite  $g$ , welche dazu bestimmt ist, ein kleines Spectrum in die Ebene des auf dem Objecttische liegenden mikroskopischen Objectes zu projeciren. Damit das für verschiedene Objecte auf verschiedenen dicken Objectträgern leicht geschehen kann, sind das Prisma und die

<sup>1)</sup> l. c. Bd. LXXVII Abth. III. 1878 S. 211 und 225.



**Sammellinse** in verticaler Richtung verschiebbar. Die verticale Verschiebung wird ermöglicht dadurch, dass Spalt und Collimatorlinse einerseits, Prisma und Sammellinse andererseits an den Enden zweier in einander geschobener Röhren befestigt sind. Besorgt wird die Verschiebung durch eine in die innere Röhre eingeschnittene Mikrometerschraube *h* in deren Gewinde ein in der äusseren Röhre festliegender nur um die verticale Axe des Instrumentes drehbarer Ring *i* (Fig. 1. u. 2.) ein-



Fig. 1.

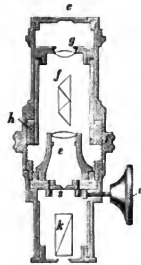


Fig. 2.

greift, eine Einrichtung, welche, wie man sieht, mit der bei Immersionssystemen zur Veränderung des Abstandes der Linsen angebrachten übereinstimmt. Eine am beweglichen Ringe befindliche Theilung und eine am äusseren Rohre angebrachte Marke erlauben, eine verticale Verschiebung um Bruchtheile eines Millimetermaassstabes vorzunehmen, der neben einem kleinen Schlitz im äusseren Rohre angebracht ist und mittels einer durch den Schlitz sichtbaren Marke am inneren Rohre den Stand des Letzteren ablesen lässt.

Die Dispersion des Prisma *à vision directe* ist so gewählt, dass bei mittlerer Vergrösserung das kleine in die Objectebene projecirte Spectrum im Sehfeld des Mikroskopes vom rothen bis zum violetten Ende ganz zu übersehen ist und die Fraunhofer'schen Hauptlinien deutlich wahrzunehmen sind.

5. Vor dem Spalt befindet sich ein polarisirendes Hartnack-Prazmowsky'sches Prisma *k*, (Fig. 2), 6. über der Sammellinse ist eine Gypsplatte Roth I. Ord. oder Roth II Ord. angebracht *l*, (Fig. 2).

II. Ueber dem Tubus des Mikroskopes befindet sich ferner ein Ocular *o* (Fig. 1), über welchem ein analysirendes Prisma nach Hartnack und Prazmowsky ange-

bracht ist. Dasselbe ist mittels seiner Hülse  $p$  (Fig. 1) über dem Ocular drehbar und wird seine Orientirung durch einen an der Hülse befestigten Zeiger  $q$  (Fig. 1) angegeben, der über einer am Oculare befestigten Kreistheilung  $r$  (Fig. 1) sich bewegt.

Die beschriebenen optischen Apparate sollen nun, wenn das Instrument zu den gleich später anzuführenden Zwecken benutzt werden soll, so orientirt sein, wie das Schema (Fig. 3) angiebt, welches eine Projection der für die Wirkung des Instrumentes in Betracht kommenden, zwischen Auge und Beleuchtungsspiegel eingeschalteten Theile auf eine horizontale Ebene darstellt.

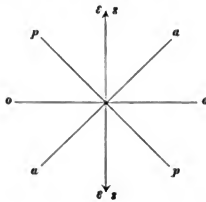


Fig. 3.

- $s$   $s$  Richtung des Spaltes,
- $p$   $p$  Schwingungsrichtung des Polarisator,
- $a$   $a$  Schwingungsrichtung des Analysator,
- $o$   $o$  Schwingungsrichtung des schwächer gebrochenen (ordentlichen) Strahles in der Gypsplatte,
- $e$   $e$  Schwingungsrichtung des stärker gebrochenen (ausserordentlichen) Strahles in der Gypsplatte.

Man sieht bei dieser Anordnung der Apparate, wenn hinreichend starke parallele Strahlen von dem Beleuchtungsspiegel des Mikroskopes in das Instrument gelangen (helles diffuses Tageslicht, directes Sonnenlicht, Petroleum- oder Gaslicht) in dem im Sehfeld des

Mikroskopes erscheinendem Spectrum einen dunklen Interferenzstreifen in der Gegend, welche der Fraunhofer'schen Linie  $E$  entspricht und der je nach der Nuance des Gypsblättchens von  $F$  oder von  $E$  gegen  $D$  hin mehr oder weniger sich entfernt.

Die resultirende Intensität des aus dem Analysator dringenden Lichtes ist, abgesehen von dem Lichtverlust an den Oberflächen, unter den von uns eingeführten Bedingungen für jede bestimmte Farbe

$$R^2 = r^2 \sin^2 \frac{\pi}{\lambda} d (\gamma - \alpha), \quad (1)$$

worin  $r^2$  die Intensität des einfallenden Lichtes,  $\lambda$  die Wellenlänge,  $d$  die Dicke der Gypsplatte,  $\gamma$  den grössten,  $\alpha$  den kleinsten Hauptbrechungsquotienten des Gypses für die bestimmte Wellenlänge bedeuten. Der dunkle Interferenzstreifen erscheint in jener Spectralregion, für welche die Bedingung

$$d = 2(n - 1) \frac{\lambda}{2(\gamma - \alpha)} \quad (2)$$

erfüllt ist.  $n$  bedeutet in dieser Gleichung die Ordnungszahl des dunklen Interferenzstreifens. Es hat für die Dicke  $o$  der Krystallplatte den Werth 1. Der Farbenbereich Roth I. Ordn. und Purpur II. Ordn. (Roth I. Ordn. der käuflichen Gypsblättchen) liegt innerhalb des Werthes 2 und der Farbenbereich Roth II. Ordn. und Purpur III. Ordn. (Roth II. Ordn. der käuflichen Gypsblättchen) liegt innerhalb des Werthes 3 für  $n$ , während der Werth von  $\lambda$  für diese Farbgebiete zwischen 490 und 545 Millionstel Millimeter des Angström'schen Maassstabes liegt, auf welchem  $F$  Fraunhofer mit 486,  $E$  mit 527 und  $D$  mit 589 Millionstel Millimeter zusammenfällt<sup>1)</sup>. Der Interferenzstreifen des Roth II. Ordn. ist schärfer begrenzt als der des Roth I. Ordn.

<sup>1)</sup> S. hierüber Sitzungsab. d. Wiener Akad. Bd. LXXVII Abth. III. 1878 S. 212 ff. und Tabelle XI.

In das Schfeld, welches das Spectrum mit dem dunklen Interferenzstreifen zeigt, wird nun das auf einem gewöhnlichen Objectträger aufpräparirte Object gebracht und so eingeschoben, dass es über dem dunklen Interferenzstreifen zu liegen kommt. Ist das Object einfach brechend, so bleibt es in allen Azimuthen dunkel auf dem dunklen Grund. Ist es doppelt brechend, dann wirkt es als Verdickung der Gypsplatte, wenn die Schwingungsrichtung des ordentlichen Strahles im Objecte mit der Schwingungsrichtung des schwächer gebrochenen Strahles in der Gypsplatte, und die Schwingungsrichtung des ausserordentlichen Strahles im Objecte mit der Schwingungsrichtung des stärker gebrochenen Strahles in der Gypsplatte übereinstimmt; als Verdünnung im entgegengesetzten Falle.

In beiden Fällen leuchten die doppeltbrechenden Objecte auf dunklem Grunde in der durch den Interferenzstreifen ausgelöschten Spectralfarbe.

Wenn man aber nun — und dazu dient die früher beschriebene Horizontalverschiebung des Spectroskopes — das Spectrum unter dem festliegenden Objecte verschiebt, so findet man für den ersten Fall gegen das rothe Ende hin eine Spectralregion in welcher das doppelt brechende Object dunkel auf hellem Grunde erscheint, für den zweiten Fall aber eine solche Spectralregion gegen das violette Ende hin, weil mit zu- oder abnehmender Dicke der Krystallplatte der Werth von  $\lambda$  in der Gleichung (2) sich ändert. Die dunklen Interferenzstreifen wandern im Spectrum mit zunehmender Dicke der doppeltbrechenden Platte vom violetten gegen das rothe Ende hin, bei abnehmender Dicke umgekehrt.

Man kann mittels dieser Methode geringe Grade von Doppelbrechung organischer Theile noch sicher entdecken und für gewisse histologische Objecte ein sehr sicheres Urtheil über ihre Doppelbrechung erlangen.

Ich habe das beschriebene Verfahren namentlich zur Untersuchung der quergestreiften Muskelfasern benutzt und damit über die Doppelbrechung der Querscheiben, der Nebenscheiben und der End- oder Zwischenscheiben sehr gute Resultate erhalten.

Denken wir uns eine quergestreifte Muskelfaser so auf dem Objectträger orientirt, dass ihre Längsaxe mit  $es - es$ , (Fig. 3) zusammenfällt — wobei sie also in der sogenannten Additionslage über der Gypsplatte liegt —, so leuchten im dunklen Interferenzstreifen alle ihre genannten doppeltbrechenden Theile lebhaft.

Verschiebt man nun das Spectrum so, dass dem rothen Ende nähere Spectralregionen unter die Muskelfaser zu liegen kommen, so gelangt man in einer bestimmten Spectralregion zu einem Bilde, welches gleichsam das Negativ des früheren ist, weil in demselben alle Theile der Muskelfaser, die auf dem dunklen Grunde des Interferenzstreifens leuchteten, jetzt dunkel auf hellem Grunde erscheinen. Das zweite Bild controlirt so das erste. Auch Grade von Doppelbrechung lassen sich unter Umständen unterscheiden durch die Grösse der Verschiebung des Spectrum, welche nothwendig ist, um das negative Bild zu erhalten. Dreht man, während die Muskelfaser in der Richtung des Spaltes liegen bleibt, die Gypsplatte so, dass nunmehr nicht wie in Fig. 3  $ee$  sondern  $oo$  in die Richtung  $es$  fällt, so liegt die Muskelfaser jetzt in der Subtractionslage über der Gypsplatte. Es hat sich dadurch nichts in Bezug auf die Lage des Interferenzstreifens der Gypsplatte im Spectrum geändert und die doppeltbrechenden Theile der Muskelfaser leuchten wie früher auf dem dunklen Grunde. Man muss aber jetzt, um das Negativ zu erhalten, das

Spectrum so verschieben, dass eine Spectralregion näher dem violetten Ende unter die Muskelfaser zu liegen kommt. Man kann also mittels des Apparates auch Additions- und Subtractionslage sofort von einander unterscheiden.

So viel nur zur Darlegung der Anwendungsweise des Instrumentes. Ueber meine Versuche an den quergestreiften Muskelfasern muss ich an einem anderen Orte ausführlich berichten.

Hier möchte ich nur noch eine Bemerkung über die Wahl der Gypsplatten machen. Gypsplatten wurden gewählt, weil sie leicht herzustellen sind und vielfach im Handel vorkommen. Für die Wahl gerade der früher angeführten Gypsplatten war entscheidend die Lage ihrer Interferenzstreifen in den mittleren Theilen des Spectrum, so dass man von da aus gegen das rothe und violette Ende hin den nöthigen Spielraum hat. Es ist aber klar, dass man über Interferenzstreifen in anderen Spectralregionen und von anderer Ordnung, also bei Anwendung dickerer oder dünnerer Gypsplatten als solcher, welche dem Roth I. oder II. Ordn. entsprechen, ganz ähnliche Beobachtungen machen könnte.

Die Anwendung von Interferenzstreifen höherer Ordnung ist aber nicht zweckmässig, weil der Dickenzuwachs, welcher sie um ein Gleiches aus ihrer Lage im Spectrum verschiebt, mit steigender Ordnungszahl immer grösser wird. Sie sind also für unsere Versuche weniger empfindlich.

Ist die Dicke, für welche der dunkle Interferenzstreifen zwischen gekreuzten Polarisationsvorrichtungen mit  $G$  Fraunhofer zusammenfällt

$$d = 2(n-1) \frac{\lambda_G}{2(\gamma_G - \alpha_G)}, \quad (3)$$

die Dicke, für welche der Interferenzstreifen mit  $B$  Fraunhofer zusammenfällt, aber

$$d' = 2(n-1) \frac{\lambda_B}{2(\gamma_B - \alpha_B)}, \quad (4)$$

so ist nach (3) und (4)

$$d' - d = 2(n-1) \left[ \frac{\lambda_B}{2(\gamma_B - \alpha_B)} - \frac{\lambda_G}{2(\gamma_G - \alpha_G)} \right], \quad (5)$$

woraus sich ergibt, dass bei von Einheit zu Einheit aufsteigender Ordnungszahl  $n$  der dunklen Interferenzstreifen die Zuwachse an Dicke, welche nothwendig sind, um den dunklen Interferenzstreifen einmal von  $G$  nach  $B$  durch das Spectrum zu schieben, eine steigende arithmetische Reihe bilden.

Ohne Polarisationsapparat und Gypsplatte kann das beschriebene Instrument mit dem Spectralapparate allein als Spectromikroskop, und nach Entfernung des Spectralapparates auch als gewöhnliches Mikroskop verwendet werden. Ich muss zum Schlusse der Einrichtung des Statives, welches das Unlegen des Mikroskopes, so wie das Drehen desselben um seine Axe und das Höher- und Tieferstellen des Beleuchtungsspiegels gestattet, besonders aber den von Schmidt und Haensch beigegebenen Objectiven 1, 2, 3, 4 und 8 ein volles Lob spenden. Objectiv 3 diente mir bei den früher erwähnten Untersuchungen der Muskeln vortrefflich.

## Kleinere Mittheilungen.

### Internationaler Congress der Elektriker in Paris.

In der Sitzung vom 21. September wurde eine der wichtigsten Fragen des Elektriker-Congresses behandelt, nämlich die Wahl der elektrischen Einheiten und ihrer Benennungen. Der Congress hat folgende Resolutionen angenommen:

1. Für die elektrischen Messungen sollen als Grundeinheiten angenommen werden Centimeter, Gramm und Secunde. (C. G. S.).
2. Die praktischen Einheiten „Ohm“ (Widerstand) und „Volt“ (elektromotorische Kraft) sollen ihre gegenwärtigen Definitionen behalten; also  $1 \text{ Ohm} = 10^9 \text{ C. G. S. Einheiten}$  und  $1 \text{ Volt} = 10^8 \text{ C. G. S. Einheiten}$ .
3. Eine internationale Commission soll damit beauftragt werden, für die Praxis durch neue Messungen die Länge der Quecksilbersäule von  $1 \text{ qmm}$  Querschnitt bei  $0^\circ \text{ C.}$  festzustellen, deren Widerstand gleich  $1 \text{ Ohm}$  ist.

Diesen Beschlüssen sind noch drei andere beigefügt worden, welche sich auf neue Benennungen beziehen:

Man soll „Ampère“ die Intensität des Stromes nennen, welcher durch  $1 \text{ Volt}$  bei einem Widerstand von  $1 \text{ Ohm}$  erzeugt wird;

„Coulomb“ soll die Elektrizitätsmenge bezeichnen, welche ein Ampère in der Secunde giebt und

„Farad“ die Capacität des Condensators, welcher, mit einem Volt geladen, die Elektrizitätsmenge gleich einem Coulomb enthält.

Die frühere Benennung Weber für die Einheit der Stromintensität wird aufgegeben, weil die Verschiedenheit der Werthe, welche man dieser Einheitsbenennung in verschiedenen Ländern zuertheilt hat, zu ferneren Verwirrungen Anlass geben würde.

Zu diesen Resolutionen giebt Sir William Thomson den Mitgliedern des Congresses noch wesentliche Erläuterungen. Unter anderen führt er die Gründe an, welche die Special-Commission bestimmte, bei Verwirklichung der absoluten Einheiten des Widerstandes (Ohm) und der elektromotorischen Kraft (Volt) eine Quecksilbersäule von bestimmten Grössenverhältnissen und kein Etalon aus festem Metall zu wählen. Es geschah dies deshalb, weil sich die letzteren nur vergleichen lassen, indem man sie an denselben Ort bringt, und ausserdem der Durchgang des elektrischen Stromes auf Etalons aus festem Metall einen noch nicht genügend bekannten Einfluss ausübt.

Als einen weiteren Vortheil des Quecksilberetalons giebt Helmholtz noch den an, dass sich durch eine einfache Rechnung die gegenwärtig so weit verbreitete Siemens'sche Widerstandseinheit in die neue übertragen lässt.

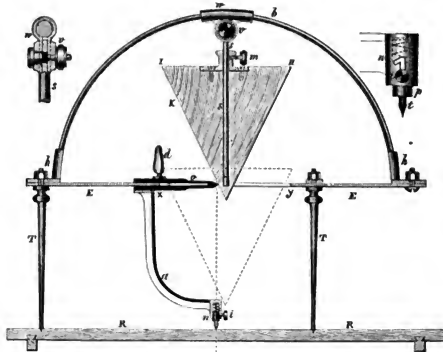
Bei der Wahl des Wortes „Farad“ für das Maass der Capacität hatte die Commission den Wunsch, den Namen Faradays mit dem Maasssysteme in Verbindung zu bringen.

„Der Congress der Elektriker hat ausserdem den Wunsch geäußert, die französische Regierung möge sich mit den anderen Mächten in Verbindung setzen, um eine Commission zu ernennen, welche die für die gemeinsame Feststellung der elektrischen Einheiten überhaupt nothwendigen Untersuchungen ausführen solle.“

In der Sitzung, in welcher diese Beschlüsse zur Annahme gelangten, kam es übrigens bereits zur Sprache, dass dieselben nicht sowohl definitive Festsetzungen sein könnten, als vielmehr eine Basis für die Arbeiten der internationalen wissenschaftlichen Commission bilden sollten, der es obliegen würde, in aller Ruhe und wissenschaftlichen Strenge autoritative Vorschläge obiger Art definitiv zu formuliren.

### Universal-Kegelschnittzeichner.

Das Juliheft dieser Zeitschrift brachte unter der Rubrik „Kleinere Mittheilungen“ auch meinen Universal-Kegelschnittzeichner. Die beistehende Skizze zeigt einen Apparat, der ebenfalls alle vier Kegelschnitte liefert, wenn dem Kegel  $K$ , der mittels der Klemmvorrichtung  $r$  auf dem Bügel  $b$  verschiebbar und gegen denselben verstellbar ist, die entsprechenden Neigungen gegeben werden gegen die Schnittebene  $E$ , welche in dieser Ausführung vertreten



ist durch eine, mit einem kreisförmigen Loche  $xy$  von dem Durchmesser  $I-II$  des Kegels versehene Metallscheibe  $EE$ . Der Kegel  $K$  hat ein Loch; in demselben ruht die Stange  $s$ , die innerhalb ihrer Länge mittels der Druckschraube  $m$  dem Kegel alle Lagen senkrecht zur Tangente des Bügels  $b$  gestattet, wonach der Kegel von der gezeichneten in die punctirte Lage kommen und an verschiedenen Stellen von der Ebene  $E$  geschnitten werden kann. Die Detailfigur links zeigt, wie die Stange  $s$  mit der Klemmvorrichtung  $v$  verbunden ist, die zugleich die Feststellung der Hülse  $w$  und des Lappens der Stange  $s$  bewirkt. Das Verzeichnen der verschiedenen Kegelschnitte auf das Reissbrett  $R$  geschieht direct durch den Schieber  $o$ , der auf der Ebene  $E$  gleitet und mittels des Knopfes  $d$  um den Kegel herumgeführt wird. Senkrecht unter der Schieberkante, die den Kegel berührt, liegt der Schreibstift  $t$  (vergrössert gezeichnet in der Detailfigur rechts), der in dem Rohr  $p$  steckt, das in der Hülse  $n$  durch eine Druckfeder abwärts gedrückt wird.

Die Hülse  $n$  ist mit dem Schieber  $o$  durch einen gehörig starken Arm  $a$ , der nicht vibriert, verbunden. An dem Knöpfchen  $i$ , das, durch einen Schlitz von  $n$  gehend, in dem Rohre  $p$  festsetzt, kann der Schreibstift gehoben und ausser Wirkung gesetzt werden. Zwei Halter  $h$  verbinden den Bügel  $b$  mit der Scheibe  $E$ , die von drei Beinen  $T$ , von denen in der Figur nur zwei ersichtlich sind, da eins das dritte verdeckt, getragen wird.

G. Oldenburger,

Kgl. Gewerbeschullehrer in Bochum.

### Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung am 4. October 1881. Vorsitzender: Herr Dörrfel.

Der grössere Theil des Abends wird von einer kleinen Feierlichkeit in Anspruch genommen, nämlich der Vertheilung von Prämien und Diplomen an 11 Lehlrlinge, welche

sich auf der hierorts stattgehabten Lehrlingsausstellung durch besonders gelungene Arbeiten hervorgethan hatten. Die Auszeichnungen waren der Gruppe der Mechaniker und Optiker theils vom Magister zugewiesen, theils waren sie von der Gesellschaft selbst gestiftet. — Hieran knüpft sich eine Besprechung in Betreff der jetzt mit der Handwerkerschule verschmolzenen Fachschule, wobei Herr Fuess den Mitgliedern nahelegt, ihre Lehrlinge recht zahlreich am Unterricht theilnehmen zu lassen, da alsdann die Curse ganz nach den Wünschen und Erfahrungen der Mitglieder eingerichtet werden könnten. — Zum Schluss erläutert Herr Fuess die Einrichtung, Grössenverhältnisse, Wirkungsweise und Aptrirung eines Spectrometers an einem zu diesem Zweck ausgestellten Modell.

Sitzung vom 18. October 1881. Vorsitzender: Herr Fuess.

Herr Stückrath hat eine „automatische Registrirwaage für graphische Darstellung abnehmenden Gewichtes“ entworfen und angefertigt; er führt dieselbe unter eingehenden Erläuterungen der Versammlung vor. Die Waage ist von einer Stearinfabrik bestellt und zwar zur Controle der Grösse und Gleichförmigkeit des in gleichen Zeitintervallen stattfindenden Materialverbrauches einer brennenden Kerze; doch liesse sich der Apparat auch zu anderweitigen, wissenschaftlichen Zwecken verwenden. Wenn die an einem Waagebalken hängende Kerze eine bestimmte kleine Gewichtsmenge des Materials verzehrt hat — an dem vorliegenden Apparat sind dies je 30 mg, die in ca. 10 Secunden consumirt werden —, so schlägt der Balken aus und dieser Moment wird auf einem mittels Uhrwerks langsam vorwärts bewegten Streifen Papier markirt. Ein anderes Uhrwerk stellt durch Aufsetzung bezw. Abhebung von entsprechend abgestuften Reitern das Gleichgewicht wieder her. Bei ganz regelmässigem Verbrauch entsteht auf diese Weise eine geradlinige Punktreihe auf dem Streifen, während sich bei ungleichmässigem Verbrauch die Marken zu einer Curve gruppiren. Der Apparat arbeitet ohne Unterbrechung eine Anzahl von Stunden, sodass der ganze Verlauf des Abbrennens einer Kerze graphisch registrirt werden kann. Da die Details der Einrichtung nicht ohne ausführliche Beschreibung, namentlich aber nicht ohne Skizze verständlich gemacht werden können, so soll hier darauf nicht eingegangen, vielmehr alles Nähere einer besonderen gelegentlichen Mittheilung in dieser Zeitschrift vorbehalten werden. — Den Schluss des Abends bilden Vereinsangelegenheiten.

In Betreff des in den Vereinsnachrichten des vorigen Hefes enthaltenen kurzen Referates des von Herrn Dr. Dreher in der Sitzung vom 7. September gehaltenen Vortrages über „die Ursache der Phosphorescenz der leuchtenden Materie“ machen wir auf Anregung des Herrn Vortragenden noch darauf aufmerksam, dass letzterer eine vollständige Darlegung seiner Versuche und der daraus gezogenen Folgerungen unter gleichlautendem Titel in No. 39 der „Natur“ (Halle 1881) veröffentlicht, sowie ferner in einem in No. 4 von „Deutsches Heim“ (Okt. 1881) enthaltenen Aufsatz die Schlussfolgerungen übersichtlich zusammengefasst hat, auf deren ausführliche Wiedergabe an dieser Stelle wir jedoch verzichten müssen, da der Gegenstand mit den Zielen dieser Zeitschrift keine unmittelbare Berührung hat.

Der Schriftführer: *Blankenburg.*

## Journal- und Patentlitteratur.

**Photometrische Vergleichung verschiedenfarbiger Lichtquellen.** Von A. Crova. Compt. Rend. Tome XCIII No. 13 S. 512.

Die genaue Messung des Intensitätsverhältnisses zweier Lichtquellen, deren Emissionstemperaturen sehr verschieden sind, bietet erhebliche Schwierigkeiten. Die verschiedenartige Zusammensetzung der beiden Lichtquellen, die Verschiedenheit ihrer Farben, erschwert es sehr, Schatten von genau gleicher Intensität herzustellen. Verf. überwindet diese Schwierigkeit durch die Anwendung eines Spectralphotometers.

Die einfachen Strahlen des elektrischen Lichts und diejenigen einer Normal-Carcel-Lampe seien in zwei aneinander grenzende Spectren angezogen. Wenn die Entfernungen der beiden Lichtquellen vom Photometer derartige sind, dass sie dieselbe mittlere Helligkeit geben, so bieten

die beiden Spectren doch nicht denselben Anblick. Das Spectrum des elektrischen Lichts ist intensiver gegen das Violet und weniger lichtstark gegen das Roth hin, als das der Lampe. Das Verhältniss der Intensitäten der einfachen Lichtstrahlen des elektrischen Lichts zu den entsprechenden Strahlen des Spectrums der Lampe wird, bei gleicher mittlerer Beleuchtung, durch einen Bruch dargestellt, der gegen das Violet hin viel grösser als die Einheit ist, sich gegen das Roth hin aber continuirlich verringert und endlich kleiner als die Einheit wird. Es giebt also einen bestimmten einfachen Lichtstrahl, dessen Wellenlänge von der Natur der zu vergleichenden Lichtquellen abhängt, für welchen das Intensitätsverhältniss genau gleich der Einheit ist. Wenn dieser Lichtstrahl genau bekannt ist, so wird die Messung seines Intensitätsverhältnisses in den beiden Spectren zugleich das totale Intensitätsverhältniss der beiden Lichtquellen ergeben.

Auf Grund dieser Theorie hat Crova folgendes Experiment ausgeführt: Die Halb-Scheiben des Schirmes eines Foucault'schen Photometers wurden mit elektrischem Licht und mit dem einer Normal-Carcel-Lampe beleuchtet und die erhellten Ränder der Scheiben so an einander gebracht, dass sie sich herührten. Es war dann schwer zu beurtheilen, ob die Intensität der Beleuchtung bei beiden dieselbe war oder nicht; die eine der Scheiben erschien bläulich gefärbt die andere orangebl. Verf. konnte die Normallampe innerhalb ziemlich weiter Grenzen verstellen, ohne dass das Auge entscheiden konnte, ob gleiche Beleuchtung erzielt war. — Um zum Ziele zu kommen, betrachtete Verf. den Schirm durch zwei Nicols von rechtwinkligen Schnittflächen, zwischen welchen sich, senkrecht zur Axe, eine Querscheibe von 9mm Dicke befand. Die beiden Felder erschienen dann in einer grünlichen, weiss angehauchten Färbung und es war nun möglich eine Stellung der Lampe zu finden, bei welcher gleiche Intensität der Beleuchtung erzielt war.

Die Dicke der Quarzscheibe ist so berechnet, dass in den äussersten Enden der Spectren beider Lichtquellen zwei breite Streifen entstehen; von diesen nach der Mitte gehend ist die Intensität der verschiedenen Lichtstrahlen proportional dem Quadrat des Cosinus desjenigen Winkels, welchen die Hauptfläche des zweiten Nicols mit den Polarisationsebenen der verschiedenen durch die Quarzscheibe gegangenen Lichtstrahlen bildet. Es giebt dann einen Strahl, für welchen das Quadrat des Cosinus gleich der Einheit ist.

Das System der Nicols und der Quarzscheibe ist im Inneren eines kleinen Ferrohrs angebracht. Die Construction des Instruments hat Mechaniker Duboscq in Paris ausgeführt. W.

**Mikrophon.** Von Boudet in Paris. Maschinenbaner 1881. Heft 26.

Dieses Mikrophon, dem seitens des *Electrician* bedeutende Leistungsfähigkeit nachgerühmt wird, besteht aus einer Glasröhre von etwa 1cm Durchmesser, welche durch ein Charniergelenk mit dem Stativ verbunden ist und in Folge dessen jede Neigung annehmen kann. An dem einen Ende trägt diese Röhre ein trichterförmiges Mundstück, das als Membran eine Hartgummiplatte von ca. 1mm Stärke enthält, auf deren Mitte ein zum Theil in die Glasröhre hineinragendes Kupferstück vorgesehen ist. Beim Hineinsprechen in den Apparat vibriert dasselbe gegen eine Reihe von 6 Kohlenkugeln, deren Grösse ihnen ein leichtes Bewegen innerhalb der Röhre gestattet. Auf der anderen Seite der Röhre befindet sich, durch eine Spiralfeder mit einem hohlen Metallstopfen verbunden, ein zweites Kupferstück, dessen Druck gegen die Kohlenkugeln durch eine Stellschraube beliebig variiert werden kann. Die Verbindung mit der Telephonleitung wird in bekannter Weise durch zwei Klemmschrauben vermittelt.

Beim Gebrauch des Mikrophons werden nun durch Hineinsprechen in das Mundstück die Widerstandsveränderungen durch die Contacte der Kohlenkugeln erzeugt, indem die Schall-schwingungen durch dieselben fast augenblicklich fortgepflanzt werden.

Weder Tonveränderung des Gesprochenen noch irgend ein Nebengeräusch sollen sich bei diesem Mikrophon bemerkbar machen. B.

**Mittheilungen über die an einem Naudet'schen und einem Goldschmid'schen Aneroide gemachten Erfahrungen und Versuche, insbesondere in Betreff der elastischen Nachwirkung.** Von C. Kröber. Zeitschrift für Vermessungswesen. Bd. X S 305.

Um den Werth des Luftdrucks aus den Angaben eines Aneroids abzuleiten, müssen an dieselben drei Correctionen angebracht werden: die constante Standcorrection, die Theilungscorrection, welche vom Stande des Aneroids und die Temperaturcorrection, welche von dessen Temperatur abhängt. Diese Grössen, welche durch Vergleichung mit einem Quecksilberbarometer bestimmt werden können, bleiben aber im Laufe der Zeit nicht dieselben; uamentlich ändert sich die Standcorrection mit der Zeit theils dauernd theils vorübergehend.



Verf. hat diejenige Aenderung, welche von den Schwankungen des Luftdrucks herrührt, experimentell verfolgt. Nachdem derselbe durch Vergleichung eines Naudet'schen Aneroids mit einem Quecksilberbarometer die auch sonst bekannte Thatsache constatirt hatte, dass das Aneroid hinter den Aenderungen des Luftdruckes zurückbleibt, höher bei fallendem, tiefer bei steigendem Luftdrucke steht, setzte er dasselbe unter einem Recipienten künstlich stärkeren Luftdruckänderungen aus, welche durch ein Barometer gemessen wurden. Die Luft in dem Recipienten, wurde z. B. bei dem ersten in der folgenden Tabelle angeführten Versuche innerhalb 40 Min. von 772 mm auf 624 mm verdünnt; unmittelbar nach Eintritt der Verdünnung wurde das Aneroid abgelesen und diese Ablesung von Zeit zu Zeit wiederholt. Es zeigte sich, dass das Aneroid fortfuhr zu fallen und nach Verlauf von 2885 Minuten um 4,4 mm tiefer stand als unmittelbar nach dem Eintritt der Verdünnung. Den Schwankungen der Temperatur und des Druckes innerhalb des Recipienten, ist bei Feststellung dieser Grösse von 4,4 mm natürlich Rechnung getragen. Aehnliche Beobachtungen, welche an einem Goldschmid'schen Aneroid angestellt wurden, ergaben für dasselbe kleinere Werthe der Nachwirkung.

| Dauer der Compression.    | Grösse der Compression. | Grösse des Anstiegens. | Eintritt des Maximums. |
|---------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Naudet'sches Aneroid.     |                         |                        |                        |
| 40 Min.                   | — 148 mm                | — 4,4 mm               | 2885 Min.              |
| 20                        | + 75                    | + 2,9                  | 2920                   |
| 75                        | — 75                    | — 1,6                  | 2760                   |
| 150                       | + 150                   | + 4,7                  | 4140                   |
| 40                        | — 37                    | — 0,7                  | 1170                   |
| 150                       | — 53                    | — 1,3                  | 1320                   |
| 75                        | + 50                    | + 1,6                  | 3870                   |
| Goldschmid'sches Aneroid. |                         |                        |                        |
| 97                        | + 55                    | + 0,3                  | 80                     |
| 69                        | — 36                    | — 0,1                  | 60                     |
| 57                        | + 34                    | + 0,2                  | 760                    |

Der vom Verf. hieraus gezogene Schluss, dass das Goldschmid'sche Aneroid dem Naudet'schen unbedingt vorzuziehen sei, ist wohl durch diese Versuche nicht unzweifelhaft begründet und wenigstens für das ältere Goldschmid'sche Aneroid den bisherigen Erfahrungen widersprechend, obgleich von vorn herein der einfachere Mechanismus des letzteren eine kleinere Nachwirkung erwarten lässt. Auch muss das vom Verf. benutzte Naudet'sche Aneroid (kleineres Modell, Durchmesser der Theilung 82 mm) als ausnahmsweise schlecht bezeichnet werden, da dasselbe nach dem Verf. unter gewöhnlichen Verhältnissen Schwankungen der Correction bis zu 0,6 mm innerhalb weniger Tage zeigte. T.

**Ueber einen Apparat zur fractionirten Destillation.** Von Walther Hempel. Fresenius' Zeitschrift für analytische Chemie. Bd. 20, S. 502.

**Ueber einen vereinfachten Gliuski'schen Platindrahtnetzauflauf zur fractionirten Destillation.** Von August Böhlonbek. Ebendasselbst S. 517.

Hempel folgt bei der Construction seines Apparats den von Ilgen für seine Destillirblasen im Grossen gegebenen Principien. Als Dephlegmator dient eine weite Glasröhre, die vollständig mit grossen Glasperlen von etwa 4 mm Durchmesser angefüllt ist, und deren oberes Ende ein Dreiwegrohr trägt, welches mit einem Kühler in Verbindung gesetzt wird und das Thermometer aufnimmt. Um die Glasperlen in dem Rohre festzuhalten wird dasselbe vor der Glasbläserlampe unten etwas verengt. Der Apparat soll von höchster Wirksamkeit sein, Verf. konnte durch eine Destillation Alkohol von 18 % auf 95 % concentriren.

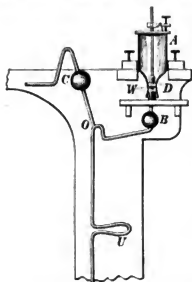
Böhlonbek hat das dem Gliuski'schen Apparat zu Grunde liegende Princip, die über dem obersten Drahtnetz condensirte Flüssigkeit unter dem untersten wieder in das Kochkölblein zurückfliessen zu lassen, mit der Einfachheit des Linnemann'schen Apparates vereinigt. Verf. bringt das bei dem Gliuski'schen Apparat ausserhalb der breiten Röhre befindliche Abflussröhrchen in dem Linnemann'schen Dephlegmator von innen an. Dasselbe geht durch die sämtlichen Drahtnetze hindurch und hat die Form eines hohlen Nagels, dessen oberes trichterförmiges Ende soweit

über das oberste Netz hervorragt, als man die Flüssigkeitsschicht, die zum Waschen der Dämpfe dient, steigen lassen will. Das andere Ende mündet unterhalb des tiefsten Netzes und ist in ein äusserst feines Röhrchen angezogen. Der Apparat wirkt genau wie der Glinski'sche und lässt sich nach Gebrauch mühelos reinigen. Hb.

**Ueber eine Methode, mit einer modificirten Sprengel'schen Pumpe sehr hohe Vacua zu erhalten und zu messen.** Von O. N. Rood. Americ. Journ. of Science, Vol. XXII. S. 90.

Die wesentlichen und von der üblichen Einrichtung abweichenden Theile der Pumpe sind an der beistehenden Fig ersichtlich.

Die Zfnfuss-einrichtung — nach des Ref. Meinung der üblichen nicht überlegen — besteht aus dem Beservoir *A*, in welches die Abflussröhre mittels eines Korkes eintritt. Das auf die Röhre aufgekittete ubrglasförmige Eisenblech *W* hindert das Aufsteigen von Luftbläschen zur Oeffnung der Röhre, welche letztere durch den justirbaren Kautschuckpfropfen *D* nach Bedarf verschlossen werden kann, um den Abfluss des Quecksilbers zu regeln. Das Quecksilber fällt in die grösstentheils leere Kugel *B* und fliesst durch eine gebogene Röhre nach *O*, von wo es in gewöhnlicher Weise tropfenweise in die Fallröhre eintritt und die Luft aus der Kugel *C* und dem mit derselben verbundenen Recipienten mitreisst. 310 mm unter *O* ist die Fallröhre Uförmig gebogen und bildet damit ein Ventil, das den Rücktritt der Luft in die Pumpe hindert. Die Kuppe des Quecksilbers in der Fallröhre wird auf 25 mm unter dieser Biegung *U* erhalten.



Die Pumpe ist soweit vom Holze abstehend befestigt, dass sie durchweg leicht durch einen Bunsenschen Brenner erhitzt werden kann. Dieselbe ist sehr sorgfältig gekühlt. Bezüglich der vielen weiteren vom Verf. gegebenen Einzelheiten müssen Interessenten auf das Original verwiesen werden.

Es gelang, mit dieser Pumpe Verdünnungen bis zu  $\frac{1}{400,000,000}$  zu erreichen. Die Messung der Verdünnung geschah in der üblichen Weise; bei der Berechnung ist aber eine für grössere Verdünnungen sehr bedeutende Correction wegen der Luftmenge angebracht, welche durch den Eintritt des Quecksilbers in die leere Maaskugel entbunden wird. Ohne diese Correction berechnet wäre die grösste erreichte Verdünnung nur  $\frac{1}{20,000,000}$ . Verdünnungen bis zu  $\frac{1}{50,000,000}$  wurden ohne Anwendung von Wasser absorbirenden Substanzen erzielt. T

**Astronomisches Universal-Instrument.** Von J. A. Ertel & Sohn in München. Carl's Repert. Bd. 17 S. 583.

Beschreibung eines kleinen Ertel'schen Universal-Instruments bekannter Construction. Die Kreise haben einen Durchmesser von 155mm und sind von 10 zu 10 Minuten getheilt. Das Fernrohr hat 12" Oeffnung und 9" Brennweite. Die Belenchtung für helles Feld geschieht von der Seite aus durch einen im Fernrohre angebrachten Reflector. Die continuirliche Verdunkelung für helles Feld wird in neuer Weise durch eine am Fernrohre angebrachte leicht drehbare Schneckenscheibe bewirkt. H.

**Ueber einen einfachen physikalischen Vorlesungsversuch.** Von Dr. Max Weinberg. Carl's Repert. Bd. 17 S. 587.

Es handelt sich um die Darstellung der Lissajous'schen Schwingungscurven mittels des Pendels (vgl. Heft 8 d. Zeitschr.), es wird jedoch nur ein älterer Versuch von W. Swan, bei welchem sich dieser noch mit einer graphischen Darstellung auf Sand begnügt, beschrieben. H.

**Verdampfung ohne Schmelzung.** Von Lothar Meyer. Chemische Berichte, Bd. XIV. S. 718.

Carnelley's merkwürdige Entdeckung über die Erwärmung des Eises im luftleeren Raume hat mehrere Forscher veranlasst, dessen Versuche zu wiederholen. Lothar Meyer bediente sich dazu des nebenstehend abgebildeten Apparats. An das etwa 20 cm lange und 3 cm weite Glasrohr *A* ist oben das engere, kurze Rohr *L*, unten das noch engere Rohr *B* von etwas mehr als Barometerlänge und drittens das 2 cm weite gebogene Rohr *C* angeschmolzen. Letzteres, welches das mit einer Luftpumpe in Verbindung stehende Hahnstück *G* trägt, ist luftdicht in den Kolben *D*



verschiedenfarbige Quadranten getheilt; der erste ist weiss, der zweite roth, der dritte grün und der vierte schwarz. Der letztere ist derjenige, in welchem die beiden Gläser über einander liegen.

### Für die Werkstatt.

**Löthrohr mit continuirlichem Luftstrahl.** Von A. Koppe, Berlin. D. R. P. Nr. 15369 v. 16. Oct. 80.

Dieses Löthrohr unterscheidet sich von den gewöhnlich im Gebrauch befindlichen dadurch, dass ein aus Gummi bestehender Luftbehälter zwischen Düse und Mundstück in der Nähe der ersteren eingeschaltet ist. Die in das Rohr eingeblasene Luft kann in Folge der geringen Düsenöffnung nicht sogleich vollständig austreten und füllt deshalb den Gummiballon, der durch eine ihn umgebende Metallkugel vor dem Zerplatzen geschützt ist. Hört die Zuführung von Luft in Folge des Athemholens des Arbeitenden auf, so schliesst die in dem Ballon comprimirte Luft ein in letzterem angebrachtes Ventil in der Richtung des Mundstückes und strömt zugleich durch die Düse ans. Auf diese Weise wird ein continuirlicher Luftstrom erzeugt, der kurze Unterbrechungen der Luftzuführung unschädlich macht. Uebrigens ist der als Windsack dienende Gummiballon längst bekannt und an Gebläseinrichtungen der mannichfachsten Art namentlich in Laboratorien zu finden.

B.

**Kunstsandstein.** Von W. Michaelis, Berlin. D. R. P. Nr. 14195. Wicck's Gew.-Zeitung 1881 Nr. 40.

Zur Hervorbringung eines künstlichen Sandsteines lässt man Dämpfe von hoher Spannung in geeigneten Apparaten einige Stunden auf ein Gemenge von 10—40 Theilen Kalkhydrat und 100 Theilen Sand oder anderen kieselsäurehaltigen Mineralien bei einer Temperatur von 130° bis 300° C. einwirken. Es bilden sich alsdann Silicate, die sehr luft- und wasserbeständig sind. An Stelle des Kalkhydrates kann man auch Baryt- oder Strontianhydrat verwenden.

B.

**Sandstrahl-Apparat zum Schärfen von Feilen, Messern u. dergl.** Techniker, III Jahrg. No. 24.

Die Sand Blast File Sharpening Co. in Wilmington, Del. wendet zum Schärfen gebrauchter Feilen einen Apparat an, der durch die mit grosser Geschwindigkeit gegen die umgebogenen oder abgebrochenen Zähne der Feilen geschleuderten Körner eines feinen, feuchten Sandstrahles ein einseitiges Abschleifen und dadurch die Schärfung der ersteren bewirkt.

Damit durch eine Operation sogleich beide Seiten der Feile geschärft werden können, besteht der Apparat aus zwei unter geeignetem, durch die Praxis erprobten Winkel geneigten Metallröhren, welche durch zwei Ventile mit einem Dampfrohre verbunden werden können. In die Röhren münden ausserdem zwei Gummischläuche, welche, unten zu einem einzigen vereinigt, bis auf den Boden eines mit Sand und Wasser gefüllten Kastens reichen. Der Sandstrahl entsteht nun nach dem bekannten Princip des Zerstäubens einer Flüssigkeit durch einen Luftstrom, indem der durch Oeffnung der beiden Ventile in die Röhren tretende Dampf durch die Gummischläuche den Sandbrei in die ersteren saugt, wo er alsdann mit grosser Geschwindigkeit mitgerissen und gegen die in einer Zangenvorrichtung befindliche Feile geschleudert wird, welche sich vermöge geeigneter Mechanismen in einer Ebene bewegt, die den Winkel beider Sandstrahlen halbt. Mittels eines Umhüllungskastens, durch dessen eine offene Seite der Dampf entweichen kann, wird der gebrauchte Sand aufgefangen und in den ersten Behälter zurückgeführt.

Bei sehr geringen Kosten sollen die Feilen in wenigen Augenblicken geschärft sein.

In derselben Weise lassen sich auch Messer schärfen. Es ist jedoch zu beachten, dass der Sand nicht gegen die Schneide, bei Feilen nicht gegen die Spitzen der Zähne geschleudert wird.

B.

**Behandlung von Flusssäure-Wunden.** Chemical News, Band 44. S. 92.

In Werkstätten, in denen Aetzarbeiten ausgeführt werden, bildet die Bösartigkeit und Langwierigkeit der Flusssäurewunden einen empfindlichen Uebelstand. A. E. Robinson empfiehlt dagegen zuvörderst die Anwendung eines Teiges von Kalk und Wasser und dann eines Gemisches aus Kalk und Olivenöl. Diese letztere Mischung lindert die Schmerzen beträchtlich und beschleunigt den Heilungsprocess.

Wb.

— Nachdruck verboten. —

# Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions- Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt,  
Vorsitzender.

R. Fuess,  
Besitzer.

Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz,  
Schriftführer.

Verantwortlicher Redacteur: Dr. Georg Schwirkus.

I. Jahrgang.

December 1881.

Zwölftes Heft.

## Ein neues Ophthalmometer.

Von

Dr. med. **Magnus Blix**, Docent in Upsala<sup>1)</sup>.

Beim Messen der Radien der gekrümmten Oberflächen am Auge des lebenden Menschen ist man bis heute von dem Princip ausgegangen, die gekrümmten Oberflächen als Spiegel anzusehen, welche desto kleinere Bilder eines entfernt aufgestellten Gegenstandes geben, je kleiner ihre Radien sind. Die Anwendung dieses Principes fordert ein sehr genaues Messen der Reflexe; denn damit das Bild in einem gekrümmten Spiegel scharf sei, was eine unumgängliche Bedingung ist, um das Bild mit gehöriger Genauigkeit messen zu können, darf seine lineare Grösse  $\frac{1}{4}$  des Radius des Spiegels nicht überschreiten, und somit muss sich selbst mit der besten Anordnung bei der Berechnung des Radius ein Fehler ergeben, der viermal grösser ist als derjenige, der sich bei dem Messen des Bildes ergeben hat. Im Helmholtz'schen Ophthalmometer haben wir indess ein Instrument, durch welches wenigstens die Corneabilder mit hinreichender Genauigkeit gemessen werden können, um uns mit genügender Präcision den Werth des Radius berechnen zu lassen. Indess ist sowohl die Technik als die Berechnung sehr beschwerlich und zeitraubend, und hierin wie in einer gewissen Unzuverlässigkeit mancher anderen mit diesem Instrumente auszuführenden Bestimmungen, ist wohl der Grund zu suchen, warum es nicht öfter angewendet wird, sei es in den physiologischen Laboratorien, sei es in den ophthalmologischen Kliniken.

Der Verfasser hat bei seiner Bestrebung, die Methode zu vereinfachen, ein anderes Princip für das Messen der Radien ergriffen, ein Princip, das gewissermassen gerader auf das Ziel losgeht.

Ein leuchtender Punkt, der sich in der Axe eines sphärischen Spiegels befindet, hat, wie bekannt, sein Bild auch in der Axe und in einem gewissen Abstand von der Oberfläche des Spiegels, welcher Abstand durch die Entfernung des Punktes vom Spiegel und durch dessen Radius bestimmt wird. Lassen wir also diesen leuchtenden Punkt sich längs der Axe eines convexen Spiegels von der positiven Unendlichkeit durch Hauptpunkt, Focal- und Mittelpunkt bis an die negative Unendlichkeit bewegen, so muss auch sein Bild sich dabei vom Focus durch den Hauptpunkt, die positive und negative Unendlichkeit und den Mittelpunkt bis an den Focus zurückbewegen, und zwar so, dass Object und Bild gleichzeitig im

<sup>1)</sup> Die folgende Beschreibung ist grösstentheils einer schon erschienenen Arbeit des Verfassers „Oftalmometriskä Studier“ entnommen.

Hauptpunkte und Mittelpunkt zusammentreffen. Ein leuchtender Punkt im Haupt- oder Mittelpunkt des Spiegels fällt also da mit seinem Bilde zusammen. Dies ergibt sich auch aus der Formel für die Lage correspondirender Punkte an der Axe eines centrirten Systems

$$\frac{F_1'}{a} + \frac{F_2'}{b} = 1.$$

Wir haben nur, wenn es von einem convexen Spiegel gilt, die Werthe einzusetzen,  $-\frac{r}{2}$  für  $F_1$  und  $+\frac{r}{2}$  für  $F_2$ , woraus

$$-\frac{r}{2a} + \frac{r}{2b} = 1,$$

oder

$$ar - br = 2ab,$$

was bei  $a = 0$ ,  $b = 0$  und bei  $a = -r$ ,  $b = r$  giebt.

Wenn man ein zusammengesetztes Mikroskop construiren könnte, welches von einem Punkte mitten in der Ebene des Oculars, in welches man Fadennetze oder Ocularmikrometer einstellt, Licht aussendete, aber nur in der Richtung gegen das Objectiv hin, so würde man in der Axe des Mikroskops und in dessen Focalweite ein Bild dieses Punktes erhalten. Wäre nun dieses Mikroskop scharf und in der Richtung der Normale für die spiegelnde Oberfläche eingestellt, so würden die von dem leuchtenden Punkte ausgehenden und nach der Brechung in dem Objectiv des Mikroskops an einem Punkt an der Oberfläche des Spiegels convergirenden Lichtstrahlen in dieselbe Richtung zurückgeworfen werden, und das Auge würde in dem Ocular des Mikroskops ein mit dem leuchtenden Punkte homothetisches Bild von diesem an derselben Stelle im Ocular sehen, wo er sich zeigen würde, wenn er das Licht gerade in der Richtung des Auges herausendete. Stelle man das Mikroskop für den Mittelpunkt des Spiegels ein, d. i. so, dass dessen Krümmungscentrum in der Mitte des Gesichtsfeldes des Instrumentes läge, würde man auch so den leuchtenden Punkt an derselben Stelle sehen; aber wo man ausserdem das Mikroskop auch einstellte, würde der Punkt entweder gar nicht zum Vorschein kommen oder in einer anderen Ebene oder an der Seite der wirklichen Lage des leuchtenden Punktes. Ist das Mikroskop mit angemessenem Mechanismus zur Einstellung und Verschiebung des Tubus und zur Messung der Verschiebung versehen, so dürfte dieses Instrument auch dazu angewendet werden, den Abstand des Hauptpunktes des Spiegels von dessen Mittelpunkt oder den Radius zu bestimmen.

Nach diesem Princip hat der Verfasser ein Instrument construirt in der Absicht, es zur Messung der Constanten des Auges zu gebrauchen, indem er meinte auf diese Weise Bilder des leuchtenden Punktes sowohl an den Haupt- und Mittelpunkten der Linsenoberflächen als an denen der Hornhaut zum Vorschein bringen zu können. Die für die Verwirklichung dieses Gedankens getroffenen Anordnungen werden hier bei Seite gelassen, weil es sich zeigte, dass auf diese Weise weder die Radien der Hornhaut noch die der Linsen gemessen werden konnten, da das Sehfeld durch das von den Oberflächen der Objectivlinsen reflectirte Licht zu stark beleuchtet wurde, um ein genaues Unterscheiden der Reflexe von den brechenden Medien des Auges zu erlauben.

Um diesen Uebelstand zu beseitigen, konnte der Verfasser kein besseres Mittel

finden, als zwei Mikroskope zu gebrauchen, deren eines dazu dient, das Lichtbild hervorzubringen, dessen Reflex man in dem anderen wahrnimmt. Diese Anordnung hatte mehrere Vortheile zur Folge. Erstens kann man auf diese Weise ohne die geringste Ungelegenheit so stark beleuchtete Bilder, wie man irgend wünscht, anwenden. Denn das Licht belästigt weder den Observirten, in dessen Auge es in schiefer Richtung eindringt, noch den Observator, da in das Mikroskop, in welches er blickt, kein anderes Licht eindringt, als das, welches von demjenigen unter den Medien des Auges reflectirt wird, für welches das Instrument gerade eingestellt ist. Ein anderer Vortheil, welcher aus dieser Anordnung hervorgeht, ist, dass das observirte Auge freie Aussicht zwischen den beiden Mikroskop-Tuben hat, so dass man innerhalb gewisser Grenzen die Stellung des Auges verändern kann, wenn man nur ein Fixations-Zeichen hin- und herrückt. Ein anderer für die ganze Methode wesentlicher Vortheil wird aus dem Folgenden hervorgehen.

Die Hauptzüge der Anordnung für die Messung des Radius eines Spiegels ergeben sich aus Fig. 1 und 2. Zwei Mikroskop-Tuben  $T$  und  $T_1$  sind in horizontaler

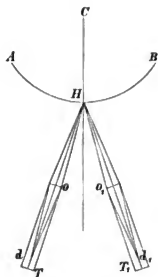


Fig. 1.

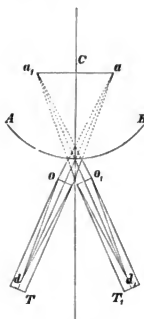


Fig. 2.

Richtung placirt, so dass sie gegen einander mit den Objectivenden unter einem spitzen Winkel convergiren. In dem einen Tubus  $T_1$  wird das Ocular durch ein gut beleuchtetes Diaphragma ersetzt, und die gegenseitige Lage der Tuben ist derart, dass das Bild des Diaphragma in den Kreuzpunkt zwischen den Axen der Tuben einfällt, welcher Punkt gerade innerhalb der Focalweite des anderen Mikroskops liegt. Werden nun die Tuben in dieser Stellung so bewegt, dass der Kreuzpunkt der Axen, oder, wie wir ihn nunmehr nennen wollen, der Convergenzpunkt auf die Fläche eines sphärischen Convexspiegels trifft, dessen Normale in diesem Punkte mit der Linie zusammenfällt, die den Winkel zwischen den Tuben halbirt, so zeigt sich im Ocular des Tubus  $T$  ein Bild des Diaphragma in  $T_1$ . Werden darauf die beiden Tuben in der Richtung der Axen nach dem Convergenzpunkte zu mit gleicher Geschwindigkeit verschoben, so schwindet das Bild des Diaphragma dem in das Ocular des Tubus  $T$  Schenden, um wieder aufzutauchen, wenn die Mittelpunkts-

ebene des Spiegels in die Focalweite dieses Tubus gelangt ist (Fig. 2). Da würde nämlich auch das im Objectiv  $o$ , des Tubus  $T_1$  hervorgebrachte Bild des Diaphragma  $d_1$  in einen Punkt  $a_1$  in der Mittelpunktsebene des Spiegels eintreffen, aber statt dessen entsteht in  $a$  durch die Reflexion des Spiegels ein virtuelles Bild von  $d_1$  und schliesslich in  $d$  durch die Brechung im Objectiv des Tubus  $T$  ein reelles Bild.

Ehe wir weitergehen, ist es vielleicht rathsam, diese letzten Verhältnisse etwas näher zu betrachten. Wir stehen hier in der That vor einem optischen Problem, welches gar nicht so einfach ist, wie es auf den ersten Blick zu sein scheint. Man muss nämlich Bedenken tragen, diejenigen Gesetze der Optik, welche beweisbare Gültigkeit haben, wenn es sich um Lichtstrahlen handelt, die in die Richtung der Normale einfallen oder doch nicht sehr davon abweichen, auch auf den Fall anzuwenden, in welchem kein einziger Strahl im Einfallspunkte mit der Normale zusammenfällt, sondern alle verhältnissmässig grosse Winkel mit den Normalen bilden. Die mathematische Deduction, von der hier gewonnenen praktischen Erfahrung gestützt, zeigt, dass man in der That zwei Spiegelbilder des Objects erhält. Wenn  $e$  der Abstand des Objects von dem spiegelnden Flächenelemente ist,  $\varphi$  der Winkel, den der Leitstrahl mit der Axe des Spiegels bildet, und  $r$  dessen Radius, so werden die Abstände der Spiegelbilder von dem spiegelnden Flächenelement durch folgende Formeln bestimmt<sup>1)</sup>:

$$F_1 = \frac{r \cos \varphi}{2 + \frac{r}{e}} \dots \dots \dots 1$$

$$F_2 = \frac{r}{2 \cos \varphi + \frac{r}{e}} \dots \dots \dots 2,$$

wo  $f_1$  der Abstand desjenigen Bildpunktes vom Einfallspunkte ist, der dem Hauptpunkte am nächsten liegt, und  $f_2$  der Abstand des vom Hauptpunkte Entfernteren.

Hier ergibt sich unmittelbar, dass, wenn  $e = 0$ , sowohl  $f_1$  als  $f_2$  auch den Werth 0 annehmen, d. i. auch bei schief einfallendem Lichte fallen Object und Bild im Hauptpunkte des Spiegels zusammen.

Setzen wir in 1 für  $e$  den Werth  $-r \cos \varphi$ , so haben wir

$$f_1 = r \cos \varphi,$$

d. i. der Objectpunkt und dessen erster Bildpunkt liegen symmetrisch im Verhältniss zur Hauptaxe des Spiegels bei der hier angenommenen Lage des Objects. Um durch Construction diese zusammengehörenden Objects- und Bildlagen zu finden, brauchen wir nur vom Mittelpunkte des Spiegels gegen die Richtungen des einfallenden und des reflectirten Strahls Perpendikel zu fallen. Da, wo die Perpendikel diese Strahlen kreuzen, liegen die gesuchten Punkte. (Fig. 2b.)

Setzen wir nun in 2 für  $e$  den Werth  $-\frac{r}{\cos \varphi}$ , so nimmt  $f_2$  den Werth  $\frac{r}{\cos \varphi}$  an.

Hier ist also die Lage des zweiten Bildpunktes im Verhältniss zur Hauptaxe mit dem Objectpunkte symmetrisch. Die beiden Punkte liegen im Mittelpunktplan, und die Construction für deren Aufsuchung folgt von selbst.

<sup>1)</sup> Wegen der Deduction siehe „Ophthalmometriska Studier“ S. 32 ff.; vgl. auch Reflexion und Brechung des Lichts etc. von Reusch, Pogg. Ann. Bd. CXXX 1867 S. 497 ff.



Wir finden also, dass wir, ungeachtet des gegen den Spiegel schiefen Einfalls der Strahlen, doch im Hauptpunkte und in der Mittelpunktebene ein Bild zu sehen bekommen. Dass noch eines zum Vorschein kommt, hindert nicht die Anwendung der Methode, sondern ist vielmehr als ein Gewinn anzusehen, weil es dadurch uns möglich wird, die Radien in zwei zu einander senkrechten Meridianen, der horizontalen und der verticalen gleichzeitig auszumessen. Das vordere Bild entsteht nämlich durch Brechung in der horizontalen Meridiane, das hintere durch Brechung in der verticalen. Gilt die Messung einem sphärischen Spiegel, so können diese beiden Messungen nur dazu dienen, einander zu controliren. Gilt es aber den Grenzflächen zwischen den Medien des Auges, so haben sie ein ganz besonderes Interesse, weil die Radien der beiden Hauptsectionen gewöhnlich ungleich sind.

Wie man verfahren soll, um mit dieser Methode diese beiden Radien eines beliebigen Spiegels auszumessen, ist jetzt leicht einzusehen. Man misst nur die Verschiebung der Tuben von der Stellung, in welcher das Hauptpunktsbild sich in der Mitte des Sehfeldes zeigt, bis zu der Stellung, in welcher die Bilder sich an demselben Platze und unter ihren charakteristischen Formen zeigen. Man erkennt nämlich, dass die Bildpunkte im Focus des Mikroskops liegen, nicht so sehr daran, dass die Bilder sich in der Ebene des Fadenkreuzes zeigen, als vielmehr an ihrer Gestalt. Hier ist nicht der Ort, eine Erklärung dieses Verhältnisses zu geben, sondern wird auf das oben citirte Werk hingewiesen. Dieser Umstand ist es indess, der eine hinreichend genaue Einstellung der Tuben ermöglicht, um für den beabsichtigten Zweck die Methode völlig anwendbar zu machen. Dass man mit hinlänglicher Präcision die Bewegungen der Tuben ausmessen kann, ist auch eine notwendige Bedingung. Die Berechnung des Radius ergibt sich aus den vorhergehenden Formeln.

Wir gehen zu einer näheren Beschreibung des Apparats über.

Ausser den beiden oben genannten Tuben besteht er aus einem Mechanismus zu deren Verschiebung mit zugehöriger Einrichtung zum Messen der Bewegung, aus einem Stativ mit besonderen Anordnungen zum genauen Einstellen des Instruments und aus einem Tisch von Gusseisen, auf welchem das Instrument steht und mit welchem schliesslich eine Einrichtung zur Befestigung des Kopfes des Untersuchten vereinigt ist.

Jeder Tubus besteht aus zwei Theilen, einem Objectiv-Tubus und einem darin steckenden Ocular-Tubus. In dem rechten Tubus wird das Ocular durch ein Diaphragma ersetzt, das aus einem kleinen runden Planspiegel besteht, an welchem die Belegung in der Mitte durch einen Stichel in der Form eines Kreuzes weggekratzt ist. In dem Linken sitzt ein Huyghens'sches Ocular mit einem Fadenkreuz an der gewöhnlichen Stelle. Die beiden Objective sind gleich stark und haben eine Focalweite von etwa 40 mm. Die beiden Mikroskope sind in kurze rohrförmige Hülsen ( $h$   $h$ ) eingesteckt, die jede auf einer kleinen planen Metallscheibe ( $s$   $s$ ) liegen, die ihrerseits auf einer gemeinschaftlichen Messingplatte ( $P$ ) ruht. In dieser sind Spuren angebracht, die mittels von den kleinen Metallscheiben ( $s$  u.  $s$ ) in dieselben hinabgehender Stücke die Bewegungen der Tuben leiten, so dass diese sich nur in der Richtung ihrer Axen bewegen können.

Zur Verschiebung der Tuben wird eine Excenterbewegung angewendet<sup>1)</sup>, deren

<sup>1)</sup> Es ist keine leichte Sache, eine übereinstimmende Bewegung der beiden Tuben, jedes in seiner Richtung, zu Stande zu bringen, und zugleich ein genaues Maass der Grösse der Bewe-

Mechanismus aus einer cylindrischen Stahlaxe (*A*) mit einem Radius von 12 mm besteht. Die Axe ist in eine an das Stativ befestigte Messinghülse (*H*) sorgfältig eingeschliffen, so dass sie horizontal und unmittelbar unterhalb der grossen Messingplatte (*P*) liegt, auf welcher die Tuben aufgestellt sind, und einen rechten Winkel mit der verticalen Ebene bildet, die den Winkel zwischen den Tuben halbirt. In den Seitentheilen der Axe sind halbcylindrische Stücke weggenommen (*l l*), um den

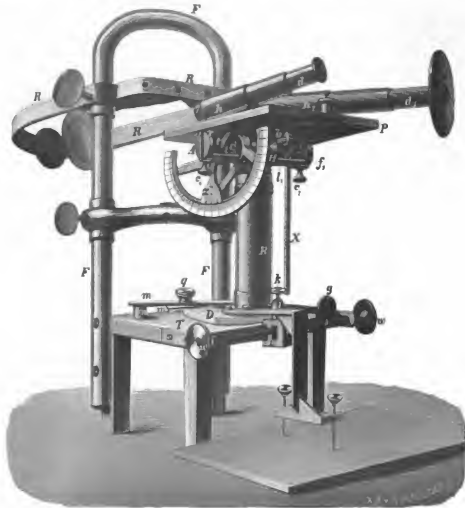


Fig. 3.

mit den Tuben verbundenen, durch die Spuren der grossen Messingplatte niedergehenden Theilen (*tt*) Raum zu geben. Diese unter die untere Seite der Messingplatte (*P*) hinreichenden Theile bilden jeder ein Dreieck mit abwärts stehender Spitze. Von der Spitze geht ein senkrechter Schlitz gegen die Basis des Dreiecks, und in diesem Schlitz gleitet unter festem Druck einer in der Schlitzwand befindlichen Feder ein cylindrischer Stahlstiel (*r*), 4 mm dick, der innerhalb der Peripherie der Stahlaxe (*A*) im Scheitel der darin gemachten Aussparungen liegt (*l l*), so

gung zu erhalten. Wie am Donders'schen Ophthalmomikroskope Zahnstange und Triebbad anzuwenden und nach dessen Drehung die Bewegung des mit der Zahnstange verbundenen Tubus zu berechnen, scheint zu grosse Anforderungen an die Kunstfertigkeit des Fabrikanten bei der Anfertigung dieser Theile zu stellen. Grössere Garantie für die Präcision würde ohne Zweifel ein Mechanismus leisten, der auf die Anwendung der Schraube begründet wäre. Aber auch dieser würde wahrscheinlich verwickelter und in der Ausführung schwieriger als der hier gewählte.

dass die Kernlinie mit derjenigen der Axe parallel und 10 mm davon entfernt läuft. Der Abstand des Stahlstiels vom Mittelpunkte der Axe wird durch vier Stellschrauben ( $c_1, c_2, c_3, c_4$ ) regulirt. Wenn die Axe sich um ihre Kernlinie dreht, was mit Hülfe der Handhabe ( $X$ ) bewirkt wird, beschreibt der in ihrer Peripherie sich befindende Stiel einen Bogen, wobei er in den beiden senkrechten Schlitzten gleitet, aber zugleich diese und damit die Tuben in der Horizontalebene vorwärts schiebt. Auch in der Längenrichtung des Stiels tritt eine Gleitung ein, da die Schlitzte sich nicht senkrecht gegen diese Richtung bewegen können. Wir haben somit eine verhältnissmässig weitläufige Berechnung der einer gewissen Winkelbewegung der Axe entsprechenden Tubenverschiebung. Gehen wir von der Lage der Axe aus, in welcher der Stiel in derselben Verticalebene liegt wie die Kernlinie der Axe, und nennen wir den Drehungswinkel der Axe  $\alpha$ , so finden wir die Grösse der Bewegung  $v$  auf die gegen die Axe senkrechte Ebene projectirt und in Millimetern ausgedrückt

$$v = 10 \sin \alpha,$$

da der Abstand zwischen den Kernlinien des Stiels und der Axe 10 mm ist. Nennen wir den Winkel zwischen der Richtung der Tuben und dem letztgenannten Plane  $\lambda$ , so wird die dem Winkel  $\alpha$  entsprechende Bewegung der Tuben

$$v_1 = 10 \frac{\sin \alpha}{\cos \lambda}.$$

Daraus ergeben sich für die Berechnung der Radien in der verticalen und in der horizontalen Meridiane folgende einfache Formeln (siehe S. 384)

$$r_v = 10 \sin \alpha,$$

$$r_h = \frac{10 \sin \alpha}{\cos^2 \lambda}.$$

Um den Winkel  $\alpha$  messen zu können, ist an der Axe ( $A$ ) ein Zeiger ( $z$ ) mit Nonius befestigt, der an einem senkrechten Gradbogen spielt, den man concentrisch mit der Axe und unterhalb der Metallplatte befestigt hat. Unten befindet sich der Nullpunkt des Gradbogens, wovon die Gradirung nach beiden Richtungen hin bis zu  $90^\circ$  geht mit so grossem Abstand zwischen jedem Grad, dass man mit Beihülfe des Nonius auch bei ziemlich schwacher Beleuchtung Zehntelgrade ohne Mühe ablesen kann.

Durch die hier beschriebenen Anordnungen kann man die Tuben in ihrer Längsrichtung bewegen, was nothwendig ist, wenn man mit dem Apparat die Radien eines gekrümmten Spiegels herausfinden will. Gilt es aber den Abstand zwischen den Hauptpunkten zweier spiegelnden Flächen, die an derselben Axe liegen, zu bestimmen, z. B. wenn man die Dicke der Hornhaut messen will, so wird es nothwendig, solche Anordnungen zu treffen, dass man den Convergenzpunkt vom Hauptpunkte des einen Spiegels in denjenigen des anderen bewegen kann, während die gemeinsame Axe der Spiegel den Winkel zwischen den Tuben halbirt. Die beiden Tuben müssen also parallel mit der Linie bewegt werden können, die den Winkel halbirt, welchen sie miteinander bilden, ohne dass ihre gegenseitige Lage verändert wird. Zu dieser Bewegung wird derselbe Excentermechanismus wie zu der oben besprochenen Bewegung gebraucht. Die grosse Messingplatte ( $P$ ), auf welcher die Tuben liegen, ist nämlich nicht unbeweglich mit der die Axe umgebenden Hülse ( $H$ ) verbunden, sondern zwischen sie ist eine an die Hülse festgelöthete horizontale Blechscheibe ( $b$ )

... eine an der untern Seite der Messingplatte angebrachte breite ... welche gegen die Axe senkrecht läuft. Durch diese Anordnung ... Messingplatte mit daran liegenden Tuben in der gewünschten Richtung ... werden. Eine Schraube (*f* u. *f*) fixirt, wenn man so wünscht, die Messing- ... Blechscheibe und mit Beihülfe zweier anderen Schrauben kann man, ... die Tuben und die Messingplatte (*P*) fest vereinigen. Die Bewegung ... bei einer Drehung der Axe =  $\alpha$  wird

$$v = 10 \sin \alpha.$$

Die Einrichtung zur Fixirung des Kopfes besteht aus einem senkrecht stehenden massiven Eisenbügel (*F*), der unten an den Tisch (*T*) festgeschraubt ist, einem zwischen den Schenkeln des Bügels gehenden gekrümmten Querbalken (*Q*), an welchen man mit einer Schraube ein kleines Holzbrettchen befestigen kann, in welchem derjenige, den man untersuchen will, sich auf die gewöhnliche Weise in Lack festzubeissen hat, und schliesslich aus einem an den senkrechten Bügel festgeschraubten horizontalen, länglichen Eisenring (*R*), in welchen der Kopf eingesetzt und zwischen an der inneren Seite angebrachten madrassirten Peloten fixirt wird.

Die Hülse (*H*), in welcher die Axe sich dreht, ist mit dem senkrechten Pfeiler (*B*) des Stativs fest verbunden, und dieser kann durch einen Schraubenmechanismus verlängert werden, wodurch die Ebene der Tuben gehoben wird. Ausserdem besteht das Stativ aus einer horizontalen Fuss Scheibe (*D*), die sich mit ihrer untern planen Fläche auf die glatte Fläche des Gusseisentisches (*T*) stützt, auf

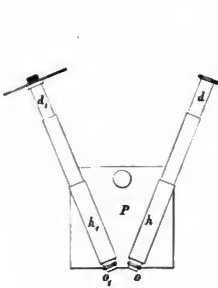


Fig. 4.

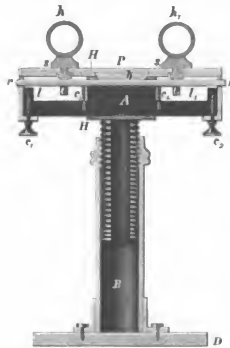


Fig. 5.

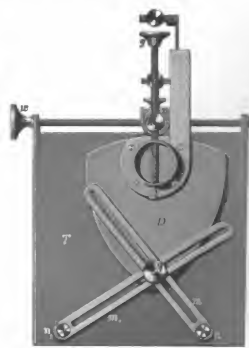


Fig. 6.

welchem das ganze Instrument theils mit der Hand geschoben, theils, wenn man so wünscht, mit Schrauben genauer eingestellt werden kann. Diese Fuss Scheibe ist nämlich mit dem Tisch einerseits durch zwei federnde Messingbleche (*m* u. *m*<sub>1</sub>) verbunden, die beide um ihre Axen (*n* u. *n*<sub>1</sub>) gedreht, und durch das Zuschrauben einer Mutter (*q*) unbeweglich mit einander vereinigt werden können, wodurch dieses System immobilisirt wird. Die Schraube, an welcher diese Mutter sitzt, wird unten ver-

längert, geht dort durch ein Loch im Vorderrand der Fusscheibe und bildet eine Axe, um welche das Instrument gedreht werden kann. Auf diese Weise ist man im Stande, an welchem Punkt man wünscht, an der Oberfläche des Tisches die Rotationsaxe des Instruments zu fixiren. Diese Axe liegt ausserdem im Perpendikel durch den Convergenzpunkt der Tuben, wodurch die Einstellung des Instruments bedeutend erleichtert, und unter Anderem auch das Ausfinden vom Drehpunkte des Auges ermöglicht wird. Andererseits ist die Fusscheibe mit dem Eisentische durch eine rückwärts gehende Schraube (*g*) verbunden, die durch das Messingstück (*i*) geht. Die Schraube (*k*) geht in einen Gang der Schraube (*g*) hinein, mittels deren Drehung das Instrument vor- oder rückwärts geführt wird, wenn nämlich nicht die Mutter (*q*) zugeschraubt ist. Das um eine senkrechte Axe drehbare Messingstück (*i*) sitzt auf einem den Hinterrand des Eisentisches umfassenden Bügel (*v*), der nach Belieben mit der Hand oder mit Hilfe der Schraube (*w*) seitwärts geführt werden kann. Hierdurch wird die Rotation des Instruments um die Axe (*q*) bewirkt, wobei vorausgesetzt wird, dass die Mutter (*q*) angeschraubt und die Schraube (*k*) losgemacht ist.

Betreffs einiger kleineren Nebenapparate wird an die „Oftalmometriska Studier“ verwiesen. Nur so viel kann hier gesagt werden, dass die Beleuchtung des Diaphragma durch eine freistehende Argandsche Lampe bewirkt wird. Das Glas wird durch eine wendig (blank) polirte dasselbe umschliessende Haube umgeben, die mit einem kurzen wandständigen Rohr versehen ist, durch welches das Licht ausgeht und eine Sammellinse trifft, in deren Brennpunkt das Diaphragma sitzt. Von den übrigen Theilen des Zimmers wird das Licht durch einen an dem Ocularende des rechten Tubus befestigten Schirm abgehalten.

Ehe das Instrument zu ophthalmometrischen Zwecken angewendet wird, muss es mit Genauigkeit justirt werden. Dabei muss man unter Anderem zusehen, dass die Stellung der Tuben richtig ist, so dass, wenn der Zeiger auf den Nullpunkt des Gradbogens zeigt, der Convergenzpunkt mitten im Sehfeld der beiden Tuben liegt. Um dies zu controliren hat der Verfasser einen planen Stahlspiegel so placirt, dass der Convergenzpunkt an dessen Oberfläche liegt und dass die Linie, die den Winkel zwischen den Axen der Tuben halbirt, die Normale dieser Oberfläche ist. Bei richtiger Einstellung der Tuben zeigen sich dann die Ritzen in der Oberfläche des Spiegels und das Bild des Diaphragma in derselben Ebene wie das Fadenkreuz im Ocular des linken Tubus; dazu liegt dieses Bild mitten im Sehfeld. Ist die Einstellung unrichtig, so kann sie durch Verschiebung der Objectivtuben in ihren Hülsen oder durch Ausziehung oder Einschlebung der Oculartuben berichtigt werden.

Weiter muss man zusehen, dass der Radius des Excentermechanismus, d. i. der Abstand von der Kernlinie der Axe (*A*) bis an diejenige des Stiels (*r*), die ganze Axe entlang derselbe bleibe, d. i. 10 mm. Diese Justirung, die mit der grössten Sorgfalt ausgeführt werden muss, erfordert viel Zeit und Mühe, aber glücklicher Weise wird sie ein für allemal gemacht.

Zwei Constanten gehen in die Berechnungen ein, erstens der Radius des Excenters = 10 mm, zweitens der Winkel zwischen den Tuben, der in dem Exemplar, das wir zu unserer Verfügung haben, 39° ist.

Bei sorgfältiger Messung des Krümmungshalbmessers der Hornhaut kann die

Fehlergrenze kaum 0,05 mm überschreiten. Der wahrscheinliche Fehler erreicht dabei 0,02 mm. Beim Messen der Dicke der Hornhaut und der Tiefe der vorderen Augenkammer steigt der Fehler zu höchstens 0,012 resp. 0,018 mm.

## Ueber die Ausdehnung des Hartgummi.

Von

Mechaniker **R. Fuess** in Berlin.

Von Kohlrausch<sup>1)</sup> ist die Ausdehnung des Hartgummi bestimmt und linear gleich etwa 0,00008 gefunden worden; die cubische Ausdehnung des Hartgummi würde daher noch grösser als die des Quecksilbers sein. Diese starke Ausdehnung dürfte in manchen Fällen praktische Verwendung finden, namentlich um Compensationswirkungen in möglichst einfacher Weise zu erzielen. Eine solche Absicht neben dem Zweifel, ob alle Sorten Hartgummi dieselbe Ausdehnung besitzen, bewogen mich, meinerseits die Ausdehnung des Hartgummi nach einer in der Ausführung verhältnissmässig einfachen Beobachtungsmethode zu bestimmen, deren Resultat, obgleich es wesentlich nur die Angabe von Kohlrausch bestätigt, aus den angegebenen Gründen von allgemeinerem Interesse sein dürfte. Die Ausführung der Berechnung verdanke ich Hrn. Dr. M. Thiesen.

In einer unten geschlossenen Glasröhre von 15 mm lichtigem Durchmesser befand sich, am unteren Ende befestigt, ein Hartgummistab von 5 mm Durchmesser. Der Zwischenraum zwischen dem Hartgummistab und der Röhrenwand war bis zu einer Höhe von 900 mm mit Quecksilber gefüllt. Unmittelbar über der Quecksilberkuppe trug der Stab eine Marke in Form eines horizontalen eingelassenen Stiftes; der kleine Zwischenraum zwischen diesem Stifte und der Quecksilberkuppe konnte mittels eines Mikrometermikroskopes gemessen werden. Oben und unten waren neben der Röhre Quecksilberthermometer befestigt, deren mittlere Angabe als Temperatur der Röhre mit Quecksilber und Ebonitstab angenommen wurde.

Es ergab sich nun aus 15 nach der Methode der kleinsten Quadrate ausgeglichenen Beobachtungen bei Temperaturen, welche zwischen 14,2° und 23,9° lagen und deren Mittel 18,5° war, dass sich mit steigender Temperatur der Zwischenraum zwischen Quecksilber und Marke durchschnittlich um 0,00068 mm pro 1° C. verkleinerte. Wie hieraus die Ausdehnung des Hartgummi zu finden sei, zeigt die folgende Betrachtung.

Es sei:

- $a$  die Länge des Ebonitstabes bis zur Marke bei 0°;
- $\delta$  der Zwischenraum zwischen Marke und Quecksilber;
- $\delta_0$  derselbe Zwischenraum bei 0°;
- $F$  die Fläche des Glasröhren-Querschnitts bei 0°;
- $F\lambda$  die Fläche des Stab-Querschnitts bei 0°;
- $g$  der lineare Ausdehnungscoefficient des Glases;
- $h$  " " " " Hartgummi;
- $q$  der cubische " " Quecksilbers;
- $t$  die Temperatur von Röhre, Quecksilber und Stab.

<sup>1)</sup> Pogg. Ann. 149 S. 577. — Carl's Rep. 9 S. 408

Dann ist der Raum, welchen das Quecksilber ausfüllt, gleich

$$\{a(1 + ht) - \delta\} \{F(1 + 2gt) - F\lambda(1 + 2ht)\}.$$

Für  $t = 0$  ist das Quecksilbervolumen gleich

$$(a - \delta_0)(F - F\lambda);$$

durch Ausdehnung auf  $t$  muss es also gleich

$$(a - \delta_0)(F - F\lambda)(1 + qt)$$

geworden sein.

Setzt man nun die beiden das Volumen des Quecksilbers bei  $t$  darstellenden Ausdrücke einander gleich, so ergibt sich unter Fortlassung des Factors  $F$ :

$$\{a(1 + ht) - d\} \{1 - \lambda + 2gt - 2\lambda ht\} = (a - \delta_0)(1 - \lambda)(1 + qt).$$

Vernachlässigt man kleine Grössen, so kann hieraus die Gleichung abgeleitet werden:

$$\frac{\delta - \delta_0}{at} = \frac{1 - 3\lambda}{1 - \lambda} h - q + \frac{2g}{1 - \lambda}.$$

Nach den oben angegebenen Daten war bei dem vorliegenden Versuche

$$\lambda = \frac{1}{9}, \quad \frac{\delta - \delta_0}{at} = -\frac{0,09068}{900}.$$

Nimmt man ferner den Ausdehnungscoefficienten des Glases zu  $g = 0,000009$ , den des Quecksilbers  $q = 0,000182$  an, so ergibt sich der lineare Ausdehnungscoefficient des Hartgummi durch folgende Rechnung

$$\begin{aligned} \frac{4}{3} q &= 0,000243 \\ - 3g &= -0,000027 \\ \frac{4}{3} \frac{\delta - \delta_0}{at} &= -0,000134 \end{aligned}$$

$$h = 0,000082 \text{ bei } 18,5^\circ,$$

ein Werth, welcher innerhalb der Grenzen der Versuchsfehler und der Unsicherheit der Kenntniss der Ausdehnung des Glases und Quecksilbers mit dem Werthe von Kohlrausch übereinstimmt. Eine nachträglich bei  $26^\circ$  gemachte Ablesung bestätigt auch, dass, wie Kohlrausch ebenfalls gefunden hat, die Ausdehnung stark mit wachsender Temperatur zunimmt.

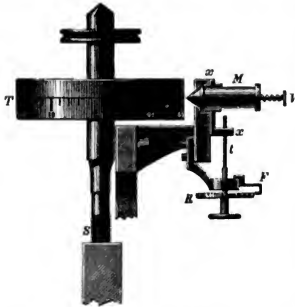
## Ueber eine Registrir-Vorrichtung an Mikrometern.

Von  
Prof. H. C. Vogel in Potsdam.

Herr Dr. Knorre hat in seiner Abhandlung über graphische Aufzeichnungen mikrometrischer Messungen (im 7. Hefte dieser Zeitschrift, S. 214) einer Registrir-Vorrichtung Erwähnung gethan, die ich vor einigen Jahren an einem Spectralapparat habe ausführen lassen. Im Folgenden soll diese Einrichtung kurz beschrieben werden.

Die Trommel  $T$  der Mikrometerschraube  $S$  (siehe die beistehende Zeichnung) trägt einen breiten silbernen Ring, auf welchem in der Mitte die Theilung eingravirt ist.  $M$  ist ein seitlich angebrachter Farbebehälter, dessen zugespitztes, mit einer

feinen Oeffnung versehenes Ende, in geringem Abstände von der Trommel sich befindet. Bei einem leichten Druck mit dem Finger auf den Stift *V*, tritt das eine Ende dieses Stiftes aus der feinen Oeffnung des Behälters *M* hervor und lässt sich gegen die Trommel drücken. Da gleichzeitig dabei etwas Farbe mit ausfließt, entsteht ein feiner Punkt auf der Trommel. Durch eine leichte Spiralfeder wird der Stift *V* immer wieder zurückgezogen, sobald der Druck des Fingers nachlässt.



Bei mehrfachen Wiederholungen der Messungen würden die Punkte zu dicht aufeinanderfallen und womöglich in einander fließen, wenn nicht die Vorrichtung getroffen wäre, dass der Farbebehälter vor jeder Neueinstellung der Trommel verschoben werden kann. Die Farbenbüchse *M* sitzt zu dem Zwecke an einem Schlitten *x*, der durch die Schraube *t* mit schnellsteigendem Gewinde bewegt wird. Die Scheibe *R*, welche an dieser Schraube befestigt ist, hat mehrere tiefe Einkerbungen an ihrer

Peripherie und in diese schnappt eine Feder *F* ein. Hierdurch wird bewirkt, dass die Fortführung des Schlittens *x* und somit des Farbebehälters *M* um ein gleichgroßes Stück erfolgt, wenn man die Schraube *t* von Zahn zu Zahn dreht. Man kann auf diese Weise bei einem nach meiner Angabe ausgeführten Apparate, dessen Trommel 12 mm hoch ist, 15 Beobachtungen über einander aufzeichnen, ohne in Zweifel über die Reihenfolge der Beobachtungen zu sein.

Werden mehrere Beobachtungen hinter einander angestellt, die sich auf ein und dasselbe Object beziehen, so kann man nachher — wenn nicht die höchste Genauigkeit angestrebt wird — den Mittelwerth aus allen Beobachtungen sehr leicht ablesen, ohne jede einzelne Beobachtung notiren zu müssen, indem man den Schwerpunkt der aus den einzelnen Punkten gebildeten Figur aufsucht.

Die Farbe, mit der die Punkte auf der Trommel gemacht werden, erhält sich längere Zeit feucht und es bedarf nur eines leichten Ueberwischens, um die Punkte von der Trommel zu entfernen und so letztere für neue Beobachtungsreihen vorzubereiten.

Die Vortheile graphischer Aufzeichnungen von Beobachtungen sind sehr ausführlich in der Eingangs erwähnten Abhandlung des Herrn Dr. Knorre angeführt worden, nur möchte ich noch auf einen, dort nicht erwähnten und nicht zu unterschätzenden Vorzug derartiger Einrichtungen aufmerksam machen, der darin besteht, dass die Beobachtungen frei von jeder Voreingenommenheit werden.

Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass sich die oben beschriebene Vorrichtung sehr leicht auch dahin verbessern liesse, dass der Druck auf den Stift *V* nicht direct erfolgt, sondern auf pneumatischem Wege übertragen wird, und dass ebenfalls sehr leicht die Vorrichtung getroffen werden kann, dass bei dem jedesmaligen Zurückgange des Stiftes, der Farbebehälter sich um ein kleines Stück verschiebt.



# Einiges über Unterrichtsmittel für botanische Vorlesungen.

Von

Prof. Dr. Ernst Hallier in Jena.

## I. Ueber ein Lupen- und Objectstativ für botanische Vorlesungen.

In meinen Vorlesungen über systematische Botanik hatte ich längst das Fehlen einer zweckmässigen Standlupe als einen fühlbaren Mangel erkannt. Zwar habe ich es von jeher als ein selbstverständliches Postulat für einen den Schüler wahrhaft fördernden systematischen Unterricht angesehen, dass jeder Zuhörer ein vollkommenes Exemplar der gerade zu besprechenden Pflanze in der Hand habe und dass er während des Unterrichts die Pflanze mit dem Messer zergliedere und mit der Lupe ihre einzelnen Theile untersuche. Indessen reicht das bei einer grösseren Zuhörerzahl doch nicht aus. Der Lehrer ist nicht im Stande, jedem einzelnen Hörer die nöthigen Manipulationen zu zeigen und hat daher gar keine Gewähr dafür, dass jeder einzelne Schüler auch wirklich die Dinge so zergliedert, wie es nöthig ist, um alle wesentlichen Theile wahrzunehmen.

Um diesem Mangel zu begegnen, bediene ich mich seit fünf Jahren einer Einrichtung, welche Herr Dr. Carl Zeiss in Jena nach reiflicher Ueberlegung mit mir construirt hat und die sich während dieses Lustrums so brauchbar erwies, dass es nicht verfrüht erscheinen dürfte, wenn ich hier Näheres darüber mittheile. Erwähnt ist dieselbe bereits kurz in meiner „Schule der systematischen Botanik“<sup>1)</sup>.

Die erste Bedingung für jede optische Beobachtung ist ein solider feststehender Tisch. Einen solchen habe ich an der Südseite meines Auditoriums vor dem Fenster aufgestellt und, um jedes Schwanken und jede Erschütterung zu vermeiden, ist derselbe auf eine zolldicke Platte von Hutmacherfilz gestellt.

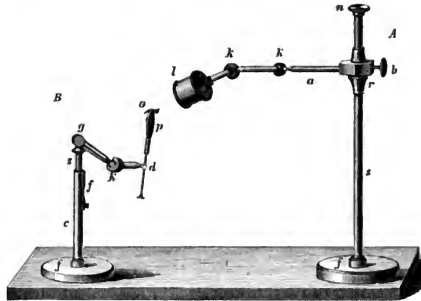
Auf dem Tisch liegt als Hintergrund für das zu betrachtende Bild ein grosser weisser Carton, der nach Bedürfniss durch einen dunklen ersetzt werden kann. Damit das überflüssige Licht abgehalten werden kann, habe ich zwei Rahmen anfertigen lassen, welche genau in den unteren Theil des Fensters passen. Der eine dieser Rahmen ist mit geschwärtzter Pappe, der andere mit weissem Stoff überzogen. Soll das Licht nur von oben her das Object treffen, so wende ich die geschwärtzte Tafel an; wünsche ich zerstreutes Licht zu haben, so wird die weisse Tafel in's Fenster eingeschoben.

Den Apparat selbst zeigt die nachstehende Figur. *A* ist das Stativ mit der Lupe. In den schweren Messingsfuss *f* ist die Säule *s* eingeschraubt, an welcher sich mittels der Klemmschraube *b* der durch die Hülse *r* verschiebbare Messingarm *a* in beliebiger Höhe festklemmen lässt. Das Knöpfchen *n* am Ende der Säule lässt sich abschrauben, um den Arm zum Verpacken ganz abnehmen zu können. Die Lupe *l* steht mit dem Hauptarm *a* durch zwei kurze Arme in Verbindung, welche durch die beiden Kugelgelenke *k* allseitig verschiebbar sind. Die Lupe ist die bekannte Brücke'sche, welche sich durch ihren grossen Focalabstand auszeichnet.

Vor dem Lupenstativ *A* steht das Objectstativ *B*. Die in den Fuss *f* eingeschraubte Säule *c* ist hohl und es verschiebt sich darin die mittels der klammernden Feder *f* fixirbare Stahlsäule *s*, welche durch ein Scharniergelenk *g* mit einem

<sup>1)</sup> Breslau 1878, Seite 4—6.

Hebelarm in Verbindung steht. Dieser Arm trägt am Ende ein Kugelgelenk *k*, in welchem sich ein kürzerer Arm dreht, an dessen Ende sich in einer Hülse *d* die das Object *o* fassende Pincette *p* auf- und abschieben lässt. Der Vortheil dieser



Einrichtung besteht besonders darin, dass sowohl das Object als auch die Lupe nach allen Seiten drehbar und beweglich sind, und ausserdem in dem grossen Focalabstand der Lupe selbst.

Die Handhabung der Lupe ist überaus bequem und angenehm.

Was den Gebrauch in Vorlesungen anlangt, so präparire ich für diese Lupe vor der Vorlesung oder während derselben, was gesehen werden soll, stelle bei möglichst günstiger Beleuchtung auf das Object ein und lasse nun einen Zuhörer nach dem anderen, nachdem er auf einem Stuhl Platz genommen, in aller Bequemlichkeit das Object betrachten bezw. die Lupe nach seinem Auge und seinem Begehren verschieben. Stets habe ich gefunden, dass der Schüler das so Gesehene nun auch nachträglich nach einer ganz kurzen Exposition über die Entstehungsgeschichte des Präparats an seinem Platz richtig durch Zergliederung aufzufinden und mit Hilfe der gewöhnlichen Lupe zu beurtheilen vermag.

## II. Ueber die Anwendung des Skioptikons bei botanischen Vorlesungen.

Bei Vorlesungen über anschauliche Gegenstände kann es kaum eine zu grosse Zahl und Mannigfaltigkeit demonstrativer Hilfsmittel geben. Mit dieser Behauptung wird sich wohl jeder Lehrer einverstanden erklären. Sehr verschiedener Meinung aber kann man sein über die Wahl der anzuwendenden Hilfsmittel. Darüber möge man mir gestatten, im Folgenden bezüglich des Fachs der Botanik in aller Kürze meine Grundsätze mitzuthellen.

Als erster Grundsatz bei allem naturwissenschaftlichen Unterricht gilt jetzt wohl allgemein die Bevorzugung der Naturanschauung vor der bildlichen Darstellung. Ein Knabe, der Elefanten und Affen nur aus Abbildungen kennt, wird sich sehr im Nachtheil befinden gegenüber einem anderen, welcher diese Thiere in zoologischen Gärten gesehen hat. Ebenso kann dem angehenden Mediciner die anatomische Zergliederung des menschlichen Körpers nicht erspart werden und man kann sie ohne

grossen Nachtheil nicht durch die Betrachtung noch so kunstreicher und naturgetreuer Modelle ersetzen wollen.

Genau so steht es beim botanischen Unterricht. Die Anschauung und Zergliederung der Pflanze und ihrer Organe mit Hülfe des blossen Auges, der Lupe und des Mikroskops ist durch gar nichts Anderes zu ersetzen. Wandtafeln und Bilder aller Art können nur zur Recapitulation des an der Natur selbst Studirten dienen.

Es kann daher gar nicht meine Absicht sein, das Skioptikon als Ersatz für das Mikroskop zu empfehlen. Wer Botanik mit Erfolg studiren will, der begeben sich in das botanische Laboratorium und untersuche die Pflanzen selbst mit allen ihm dort zu Gebote stehenden Hilfsmitteln.

Etwas anders aber liegt die Sache für den zusammenhängenden botanischen Vortrag, der doch für die Anordnung und Vervollständigung des Stoffes gar nicht entbehrt werden kann. Auch hier freilich wird man sich des Mikroskops nicht entschlagen wollen; im Gegentheile wird auch hier die Anschauung der Natur selbst vor jedem anderen Anschauungsmittel unbedingt den Vorzug verdienen. Aber nach allgemeiner Erfahrung aller Lehrer für Botanik reicht das mikroskopische Bild für den botanischen Unterricht nicht aus. Mag man nun Salonmikroskope umherreichen oder mag man eine Anzahl von Mikroskopen im Auditorium aufstellen, man wird dabei stets gewissen Uebelständen ausgesetzt sein, welche in der ganzen Einrichtung des Instruments begründet sind und sich nicht ganz vermeiden lassen.

Die Lehrer der Naturwissenschaften pflegen zwei Methoden im Gebrauch des Mikroskops zu folgen. Entweder werden die Mikroskope während des Vortrags umhergereicht oder aufgestellt. Diese Methode hat den Vortheil, dass sich der Vortrag unmittelbar auf die gesehenen Bilder bezieht. Aber sie ist mit dem grossen Nachtheil ununterbrochener Störungen und Ablenkungen für den Hörer verbunden, um so mehr, je grösser die Zuhörerschaft ist. Während der Schüler in's Mikroskop schaut, befindet sich der Lehrer oft längst bei einem anderen Gegenstand.

Diesem Uebelstand sucht die andere Methode zu begegnen, welche darin besteht, dass man bestimmte Stunden ansetzt für mikroskopische Demonstrationen, in denen dann eine grössere Anzahl von Mikroskopen aufgestellt wird. Hierbei wird zwar die Störung des Vortrags vermieden, aber es tritt der Uebelstand in viel höherem Grade hervor, dass eine erläuternde Erklärung des Gesehenen dem Lehrer fast ganz unmöglich gemacht wird, weil jeder Schüler ein anderes Bild vor sich hat.

Trotz dieser Uebelstände ist das mikroskopische Bild für den Schüler ganz unentbehrlich; aber es reicht nicht aus. Man pflegt während des Vortrags Wandtafeln und andere Demonstrationsmittel hinzuzufügen.

Ich habe seit 20 Jahren in meinen Vorträgen über Botanik stets Mikroskope aufgestellt und Wandtafeln zur Erläuterung des Vorgetragenen in grosser Anzahl für die verschiedensten Theile der Botanik selbst gezeichnet; — empfand aber trotz alledem noch einen Mangel, den ich in früheren Jahren durch Benutzung des Sonnenmikroskops zu beseitigen suchte. Der Gebrauch des Sonnenmikroskops ist aber mit zahlreichen Uebelständen verbunden, unter denen die Abhängigkeit vom Sonnenschein nicht der kleinste ist.

Höchst willkommen war mir daher die Einführung des Skioptikons in Deutsch-

land durch Romain Talbot, von dem ich sofort einen Apparat bezog und seitdem in jedem Semester in den Vorlesungen benutzt habe.

Die Einrichtung des Talbotschen Skioptikons darf ich hier als bekannt voraussetzen. Sein Vortheil liegt besonders in der Billigkeit des Brennmaterials (Petroleum) und in der sehr starken Beleuchtung des Bildes in Folge der zweckmässigen Einrichtung der Lampe und der starken Ventilation.

Bilder benutze ich von dreierlei Art, nämlich erstlich für einen kleineren Zuhörerkreis die mikroskopischen Präparate selbst mit Anwendung eines Systems von Hartnack, zweitens Photogramme nach mikroskopischen Präparaten und drittens Photogramme nach entwicklungsgeschichtlichen Zeichnungen. Alle drei Arten der Bilder thun eigenthümliche Dienste und keine Art derselben möchte ich entbehren. Ueber die Anwendung der Präparate selbst ist kaum nöthig etwas Besonderes zu sagen. Der Vortheil dieser Art von Demonstration liegt zu sehr auf der Hand, als dass sie einer besonderen Empfehlung bedürfte. Hier sieht die ganze Zuhörerschaft gleichzeitig den zu betrachtenden Naturgegenstand und die Erklärung des Vortragenden kann sich unmittelbar auf die Anschauung der Hörer berufen.

Fast dasselbe gilt von Photogrammen nach mikroskopischen Präparaten. Hier ist jedoch sorgfältige Auswahl nöthig. Je künstlicher ein Präparat hergestellt ist, desto weniger eignet es sich zum Photographiren. So z. B. müssen schon Schnitte durch Hölzer oder Rinden ganz ausgezeichnet dünn und gleichmässig sein, wenn sie ein klares Photogramm geben sollen und nicht durch eine zu grosse Menge von unwesentlichen Dingen den Anfänger verwirren.

Ganz unentbehrlich ist mir die dritte Art von Photogrammen nach entwicklungsgeschichtlichen Zeichnungen geworden. Ich beziehe dieselben von Otto Wigand in Zeit und muss bekennen, dass diese schönen klaren Bilder mir bei meinen Vorträgen ganz ausnehmende Dienste leisten. Man hat hier den grossen Vortheil, die ganze Entwicklungsgeschichte eines Organismus oder eines Organs nebeneinander auf einer und derselben Platte vor sich zu haben und zwar bei ganz verschiedenen Vergrösserungen, wie sie eben jeder Gegenstand erfordert. Auch bleibt in der Zeichnung jeder störende Gegenstand und alles Nebensächliche weg. Der Vortrag kann sich hier unmittelbar auf das Bild beziehen. Es gehören dazu aber so vorzügliche Bilder, wie Herr Wigand sie liefert und nicht jeder Gegenstand ist für diese Art der Demonstration gleich gut geeignet. So z. B. wird man natürlich das Photogramm einer Diatomeenschale nach der Natur demjenigen nach einer Zeichnung vorziehen.

Alle Bedenken, welche früher von Lehrern gegen die Anwendung des Skioptikons geltend gemacht wurden, sind mir bei dem vieljährigen Gebrauch desselben völlig geschwunden. Mein Auditorium fasst 60 Zuhörer und man kann auf den hintersten Bänken die Bilder fast mit derselben Schärfe wahrnehmen, wie auf den vorderen. Gelegentlich haben mir wohl Schullehrer die Besorgniss geäussert, jüngere Schüler möchten die Dunkelheit zum Unfug benutzen. Das wird aber selten der Fall sein, denn gerade jüngere Leute pflegen einer derartigen Demonstration mit der grössten Spannung zu folgen. Eine vollständige Verdunkelung des Raums ist auch gar nicht nöthig. Recht gut kann im hinteren Theil desselben eine Gasflamme brennen, so dass der Lehrer das Verhalten der Schüler zu controliren vermag.

Bei der Demonstration bedarf es gar keines Amanuensis. Man kann sehr be-

quem die Bilder selbst in den Schlitten schieben und wieder herausziehen und deckt bei richtiger Aufstellung mit dem eigenen Körper für keinen Zuhörer einen Theil des Bildes. Hat man die Bilder vorher im Nutzenkasten in die richtige Anordnung und Lage gebracht, so kann ein Versehen in der Reihenfolge und Stellung der Bilder nicht vorkommen.

Die Verdunkelung des Raumes durch von innen vorgesezte Fensterladen geschieht sehr rasch und bedarf nur eines geringen Kraftaufwandes.

Es wäre zu wünschen, dass das nützliche Instrument bald in keiner Unterrichtsanstalt mehr fehlte und es würde mir lieb sein, durch diese Zeilen etwas zu seiner Verbreitung beigetragen zu haben.

## Ueber Erzeugung und Untersuchung von Mikrometerschrauben.

### V. Uebersicht über die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen von Mikrometerschrauben.

Von

Dr. A. Westphal in Berlin.

(Nachtrag.)

Beim Abschluss meiner ersten Arbeit über die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen von Mikrometerschrauben hatte ich mir nicht verhehlt, dass die gegebene Zusammenstellung keinen Anspruch auf absolute Vollständigkeit werde machen können, und dieserhalb um die Nachsicht der Leser gebeten. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind an so vielen und verschiedenen Stellen verstreut, dass mir in der That einige sehr wichtige und interessante Untersuchungen entgangen sind, welche ich mir hiermit nachzutragen erlaube. Ob damit die gewünschte Vollständigkeit erreicht sein wird, muss freilich noch immer dahingestellt bleiben.

Eine in Bezug auf ihre Resultate sehr interessante Untersuchung betrifft die Mikroskopmikrometer des Pulkowaer Meridiankreises und ist von Prof. Winnecke<sup>1)</sup> im Jahre 1862 geführt worden. Die Schrauben dieser Mikroskopmikrometer waren von Prof. Winnecke schon im Jahre 1860 untersucht worden und hatten folgende Correctionsformeln ergeben:

|          |                 |   |                                                                         |
|----------|-----------------|---|-------------------------------------------------------------------------|
| Mikr. I. | Ausgegl. Angabe | = | $u + 0.311 \sin(u + 198^{\circ}22') + 0.075 \sin 2(u + 114^{\circ}40')$ |
| - II.    | -               | = | $u + 0.187 \sin(u + 35^{\circ}39') + 0.083 \sin 2(u + 16^{\circ}22')$   |
| - III.   | -               | = | $u + 0.246 \sin(u + 321^{\circ}47') + 0.071 \sin 2(u + 163^{\circ}50')$ |
| - IV.    | -               | = | $u + 0.128 \sin(u + 35^{\circ}48') + 0.035 \sin 2(u + 56^{\circ}23')$   |

Als Winnecke im Jahre 1862 behufs einer Wiederholung der Untersuchung die Schrauben reinigen liess, fand sich, dass die Stahlschrauben auf ihrem Widerlager durch den Jahre langen Gebrauch beträchtliche Rillen und Gruben ausgearbeitet hatten; auch war nach der Ansicht des die Reinigung ausführenden Mechanikers die Form der Endfläche der Schraube nicht ganz zweckmässig und es zeigte sich, dass diese kleine Planfläche nicht senkrecht zur Axe des Schraubencylinders war.

<sup>1)</sup> Mém. de l'Acad. Imp. de St. Petersburg. VII. Serie. Tome VI No. 7, Beobachtungen des Mars, S. 15.

Der Mechaniker Brauer in Petersburg schrieb die früher ermittelten Unregelmässigkeiten hauptsächlich diesen Umständen zur Last; diese Ansicht bestätigte sich aber nicht. Nachdem die als Widerlager dienenden Messingschraubchen mit Stahlschraubchen vertauscht worden und deren glasharte, hochpolirte Fläche genau senkrecht zur Axe des Schraubencylinders gemacht worden war, nachdem ferner die Endflächen der Mikrometerschrauben neu abgedreht waren, so dass sie jetzt in einer sphärischen Oberfläche endigten, deren Centrum in der Axe des Stahlylinders lag, fand eine neue Untersuchung der Schrauben statt. Dieselbe ergab folgende Correctionsformeln:

$$\begin{aligned} \text{Mikr. I. Ausggl. Angabe} &= u + 0.303 \sin(u + 222^\circ 37') + 0.033 \sin(2u + 190^\circ 7') \\ \text{II.} &= u + 0.265 \sin(u + 68^\circ 40') + 0.053 \sin(2u + 169^\circ 52') \\ \text{III.} &= u + 0.183 \sin(u + 225^\circ 26') + 0.087 \sin(2u + 96^\circ 38') \\ \text{IV.} &= u + 0.144 \sin(u + 275^\circ 40') + 0.038 \sin(2u + 58^\circ 18') \end{aligned}$$

Die folgende Tabelle der Correctionen wird die Vergleichung dieser Formeln erleichtern:

| Stellung<br>der<br>Schraube | Mikr. I |        | Mikr. II |        | Mikr. III |        | Mikr. IV |        |
|-----------------------------|---------|--------|----------|--------|-----------|--------|----------|--------|
|                             | 1860    | 1862   | 1860     | 1862   | 1860      | 1862   | 1860     | 1862   |
| "                           | "       | "      | "        | "      | "         | "      | "        | "      |
| 0                           | - 0.15  | - 0.21 | + 0.15   | + 0.26 | - 0.19    | - 0.04 | + 0.11   | - 0.11 |
| 10                          | - 0.30  | - 0.32 | + 0.25   | + 0.22 | 0.00      | - 0.14 | + 0.12   | - 0.08 |
| 20                          | - 0.32  | - 0.32 | + 0.22   | + 0.16 | + 0.16    | - 0.23 | + 0.10   | - 0.06 |
| 30                          | - 0.24  | - 0.21 | + 0.11   | + 0.09 | + 0.23    | - 0.22 | + 0.07   | - 0.02 |
| 40                          | - 0.14  | - 0.05 | - 0.01   | 0.00   | + 0.21    | - 0.08 | + 0.05   | + 0.05 |
| 50                          | - 0.05  | + 0.09 | - 0.06   | - 0.12 | + 0.16    | + 0.10 | + 0.02   | + 0.13 |
| 60                          | - 0.04  | + 0.20 | - 0.06   | - 0.24 | + 0.11    | + 0.22 | - 0.01   | + 0.18 |
| 70                          | + 0.16  | + 0.26 | - 0.09   | - 0.30 | + 0.07    | + 0.21 | - 0.11   | + 0.15 |
| 80                          | + 0.29  | + 0.27 | - 0.15   | - 0.26 | - 0.02    | + 0.12 | - 0.16   | + 0.06 |
| 90                          | + 0.35  | + 0.23 | - 0.20   | - 0.11 | - 0.16    | + 0.04 | - 0.14   | - 0.05 |
| 100                         | + 0.38  | + 0.12 | - 0.16   | + 0.08 | - 0.28    | + 0.01 | - 0.06   | - 0.12 |
| 110                         | + 0.08  | - 0.04 | - 0.02   | + 0.22 | - 0.30    | 0.00   | + 0.04   | - 0.13 |

Trotz der bedeutenden Aenderungen an den Mikrometern waren also die Grössen der Correctionen fast dieselben geblieben. Die Fehler in der Lagerung scheinen also verschwindend im Vergleich zu den Fehlern der Schraube selbst gewesen zu sein, wenn man nicht annehmen will, dass die verschiedenen Fehlerursachen, die Abnutzung des Widerlagers, die unzuweckmässige Form der Endfläche der Schraube und die fehlerhafte Lage dieser Fläche zur Schraubenaxe, einander nahezu aufgehoben haben. Prof. Winnecke schloss aus der Vergleichung der beiden Resultate, dass die durch den Gebrauch entstehende Abnutzung ohne Einfluss sei. Er liess daher eine neue Theilung anbringen, in welcher die Schraubencorrectionen mit berücksichtigt waren und deren Lage zur alten Theilung sonach durch die obigen Formeln bestimmt war; die Mikroskop-Ablesungen sind dann also schon von dem periodischen Fehler der Schraube befreit. Die Messung eines Intervalls von 15", nach Anbringung dieser neuen Theilung, ergab denn auch, dass die zurückgebliebenen periodischen Fehler ganz verschwindend waren. — Zunächst gelten nun wohl die erhaltenen Correctionen nur so lange, als das Mikrometer nicht auseinandergenommen wird. Wenn beim Wiederaussetzen der Nullpunkt der Schraube nicht genau dieselbe Lage zur Trommel, wie vorher, erhält, werden sich für dieselbe Stelle der Schraube andere

Correctionen ergeben. Eine Vergleichung der in obiger Tabelle enthaltenen Fehler scheint z. B. auf eine Verschiebung des Nullpunkts der Schraube beim ersten und zweiten Mikrometer um  $30^\circ$ , beim dritten um  $90^\circ$  und beim vierten um  $120^\circ$  hinzudeuten. Die neue Theilung wird indess längere Gültigkeit haben, wenn man sich der Vorrichtung bedient, welche bei Erwähnung der Untersuchungen von Kaiser (S. 233) und Förster und Müller (S. 252) näher beschrieben ist und welche es ermöglicht, dass die Lage der Schraube zur Trommel stets dieselbe bleibt.

Von Prof. Winnecke ist ferner vor einigen Jahren ein neues Hilfsmittel<sup>1)</sup> angegeben worden, welches die Untersuchung der Schraubenfehler wesentlich erleichtert. Es besteht in einem achromatisirtem Bergkrystallprisma, welches auf dem Ocular des Mikrometers befestigt wird. Die Fäden werden durch das doppelbrechende Prisma doppelt gesehen und zwar lässt sich die Entfernung der beiden Bilder durch Drehen des Oculardeckels variiren. Die beiden Bilder des beweglichen Fadens werden nach Winnecke's Vorschlag so neben die beiden Bilder eines festens Fadens gestellt, dass das Intervall zwischen dem ordentlichen Bilde des beweglichen Fadens und dem ausserordentlichen des festen Fadens gleich der durch die Doppelbrechung bestimmten Trennung ist. Dieselbe Beobachtung wird auf der anderen Seite des festen Fadens wiederholt. Die Differenz der beiden Ablesungen muss dann, wenn die Schraube fehlerfrei ist, für alle Punkte der Trommel gleich sein. Geht man also von verschiedenen Punkten der Trommel aus, so wird man aus den erhaltenen Ablesungen die etwaigen Fehler der Schraube ableiten können. Dr. Hartwig hat nach dieser Methode das Repsold'sche Fadenmikrometer des achtfüssigen Reinfelder- und Hertel'schen Fernrohrs der Strassburger Sternwarte untersucht. Die Ergebnisse sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

| Stellung der Schraube | Gemessene Entfernung | Abweichung vom Mittel | Ausgeglichene Werthe | Abweichung vom Mittel |
|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
|                       | $n$                  |                       | $n$                  |                       |
| 0.0                   | 0.2543               | - 0.0023              | 0.2520               | 0.0000                |
| 0.1                   | 0.2537               | - 0.0017              | 0.2525               | - 0.0005              |
| 0.2                   | 0.2516               | + 0.0004              | 0.2520               | 0.0000                |
| 0.3                   | 0.2497               | + 0.0023              | 0.2515               | + 0.0005              |
| 0.4                   | 0.2497               | + 0.0023              | 0.2522               | - 0.0002              |
| 0.5                   | 0.2498               | + 0.0022              | 0.2521               | - 0.0001              |
| 0.6                   | 0.2506               | + 0.0014              | 0.2518               | + 0.0002              |
| 0.7                   | 0.2528               | - 0.0008              | 0.2524               | - 0.0004              |
| 0.8                   | 0.2536               | - 0.0016              | 0.2518               | + 0.0002              |
| 0.9                   | 0.2545               | - 0.0025              | 0.2520               | 0.0000                |

Die gemessene Reihe wurde durch die einfache Formel:  $n, u + 0^{\circ}.00186 \sin(u + 161^{\circ}.1)^{\circ}$  ausgeglichen, ohne das vom doppelten Winkel abhängige Glied zu berücksichtigen. Die übrig bleibenden periodischen Fehler sind nach obiger Tabelle verschwindend klein. Ich möchte noch darauf aufmerksam machen, dass die Grössen der Correctionen dieselben sind, die wir bei den früher besprochenen Repsold'schen Schrauben gefunden hatten.

Wir wenden uns jetzt zu den von Prof. H. C. Vogel ausgeführten Schrauben-

<sup>1)</sup> Astr. Nachr. Bd. 91 S. 297. Bericht über die wissenschaftl. Instrum. auf der Berl. Gewerbe-Ausstell. S. 30.

untersuchungen, welche besonderes Interesse wegen der dabei angewandten Methode darbieten. Dieselbe hat den grossen Vortheil, dass man die Untersuchung der Mikrometerschrauben eines Aequatorials oder Meridiankreises vornehmen kann, ohne das Mikrometer vom Instrument abnehmen zu müssen. Die erste Untersuchung<sup>1)</sup> bezieht sich auf das Fadenmikrometer des Aequatorials der Leipziger Sternwarte; die Schrauben sind von Pistor & Martins gefertigt worden. Die Methode der Untersuchung und den dabei angewandten Apparat beschreibt Prof. Vogel folgendermassen: „Eine federnde Hülse, welche an ihrem unteren Ende mit Gewinde versehen ist, wird an Stelle des Oculars am Mikrometer eingeschraubt; in derselben lässt sich ein gutes achromatisches Mikroskop so verschieben, dass die Fäden des Fadenmikrometers scharf eingestellt werden können. Im Ocular dieses Mikroskops ist ein fein getheiltes Glasmikrometer eingesetzt, dessen einzelne Theilstriche ungefähr in einem Abstände von 0.75 mm erscheinen. Durch Ausziehen des Oculars und dadurch bedingte Veränderung der Vergrösserung kann man leicht zwischen den Theilstrichen zwei ausfindig machen, deren Entfernung mit dem beweglichen Faden und der zu untersuchenden Schraube gemessen nahe 0<sup>a</sup>.25 oder 0<sup>a</sup>.5 beträgt. Es ist dann nichts weiter zu thun, als vermittels des Ocularschiebers den ersten dieser Theilstriche gerade mit dem beweglichen Faden zur Deckung zu bringen, wenn die Trommel auf 0<sup>a</sup>.1, 0<sup>a</sup>.2 etc. steht und von jeder solchen Anfangsstellung aus durch Drehung der Schraube den beweglichen Faden auf den zweiten der ausgesuchten Theilstriche des Ocularmikrometers zu bringen.“ Die Schraube wurde auf diese Weise an zwei Stellen, von 21<sup>a</sup>—22<sup>a</sup> und 55<sup>a</sup>—56<sup>a</sup> untersucht; da die für diese beiden Stellen erhaltenen Reihen ganz geringe Unterschiede zeigten, so war der Schluss berechtigt, dass die Periode auf der ganzen Länge der Schraube dieselbe sein werde. Auf Grund der Messungsergebnisse wurde folgende Formel abgeleitet:  $\varphi(u) = -0.00226 \cos u - 0.00865 \sin u + 0.00082 \cos 2u + 0.00147 \sin 2u \dots$ , aus welcher die nachstehenden Correctionen sich ergeben:

| Stellung der Schraube | Correction | Stellung der Schraube | Correction |
|-----------------------|------------|-----------------------|------------|
| n                     | n          | n                     | n          |
| 0.0                   | - 0.0014   | 0.5                   | + 0.0031   |
| 0.1                   | - 0.0047   | 0.6                   | + 0.0091   |
| 0.2                   | - 0.0087   | 0.7                   | + 0.0091   |
| 0.3                   | - 0.0091   | 0.8                   | + 0.0060   |
| 0.4                   | - 0.0039   | 0.9                   | + 0.0027   |

Das Maximum der Correction ergibt sich für  $u = 93^{\circ} 2'$  zu  $0^a.0095 = 0^a.14$ , so dass der periodische Fehler der Schraube als gering zu erachten ist. Sollte vielleicht das Ueberwiegen des Coefficienten von  $\sin u$ , den anderen Coefficienten gegenüber, auf eine fehlerhafte Lagerung der Schraube hindeuten? — Bei der Prüfung der Schraube auf fortschreitende Fehler wurden die Messungen nach Bessel's Vorgang so angeordnet, dass sie von dem periodischen Fehler unabhängig wurden. Es wurden zwei Reihen ausgeführt; bei der einen dienten als Anfangspunkte der Messung zuerst  $-0^a.25$  ( $-90^{\circ}$ ) und  $+0^a.25$  ( $+90^{\circ}$ ), so dass sich die vom ein-

<sup>1)</sup> Beobachtungen von Nebelflecken und Sternhaufen. Leipzig 1867 S. 6.



fachen Winkel abhängigen Glieder aufhoben; bei der zweiten Reihe ging Vogel von den Anfangspunkten  $-0^{\circ}.4$ ,  $-0^{\circ}.2$ ,  $0^{\circ}.0$ ,  $+0^{\circ}.2$ ,  $+0^{\circ}.4$  aus, so dass alle Glieder der Correctionsformel in Wegfall kamen. Die erste Reihe zeigte keine besondere Regelmässigkeit, wogegen die zweite deutlich eine grössere Periode erkennen liess. Da die Abweichungen aber  $0^{\circ}.05$  nicht überschritten, so konnten sie bei den Messungen vernachlässigt werden.

Sehr sorgfältig ist ferner von Prof. Vogel die Mikrometerschraube des Apparates untersucht worden, welchen A. Hilger in London für das astrophysikalische Observatorium zu Potsdam erbaut hat<sup>1)</sup>. Der Apparat dient zur Ausmessung der Photographien und besteht im Wesentlichen aus einem zusammengesetzten Mikroskop, welches sich mit Hilfe einer Mikrometerschraube über eine Strecke von etwa 75 mm bewegen lässt. Die Schraube zeigte eine beträchtliche Periode und ist es diesem Umstande wohl zuzuschreiben, dass die Untersuchung eine besonders gründliche war; die Beobachtungen, die theils von Prof. Vogel, theils von Dr. G. Müller ausgeführt wurden, erstreckten sich über 70 Windungen der Schraube. Das Verfahren hierbei war folgendes: „Auf ein berusstes Glasplättchen wurden zwei Striche eingeritzt, deren Distanz ungefähr  $\frac{2}{3}$  Umdrehungen der Schraube entsprach. Dieses Plättchen konnte mittels einer einfachen Bewegungs-Vorrichtung auf dem Tisch des Mikroskops verschoben, und somit das erwähnte Intervall von jedem Punkt der Schraube aus gemessen werden.“ Aus sämtlichen Messungen wurden für zehn Stellen der Schraube Correctionsformeln abgeleitet, welche die folgenden Correctionen ergeben. Die Formeln haben die bekannte Bessel'sche Form.

| Stellung<br>der<br>Schraube | Correction bei  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                  |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
|                             | 40 <sup>n</sup> | 45 <sup>n</sup> | 47 <sup>n</sup> | 50 <sup>n</sup> | 60 <sup>n</sup> | 70 <sup>n</sup> | 80 <sup>n</sup> | 90 <sup>n</sup> | 100 <sup>n</sup> | 110 <sup>n</sup> |
| $x$                         | $x$             | $x$             | $x$             | $x$             | $x$             | $x$             | $x$             | $x$             | $x$              | $x$              |
| 0.0                         | - 0.0039        | - 0.0034        | - 0.0065        | - 0.0089        | - 0.0101        | - 0.0093        | - 0.0098        | - 0.0105        | - 0.0102         | - 0.0119         |
| 0.1                         | + 0.0013        | + 0.0025        | - 0.0002        | - 0.0008        | - 0.0015        | - 0.0013        | - 0.0020        | - 0.0032        | - 0.0024         | - 0.0041         |
| 0.2                         | + 0.0062        | + 0.0073        | + 0.0050        | + 0.0065        | + 0.0063        | + 0.0058        | + 0.0046        | + 0.0032        | + 0.0041         | + 0.0033         |
| 0.3                         | + 0.0066        | + 0.0074        | + 0.0077        | + 0.0102        | + 0.0099        | + 0.0090        | + 0.0079        | + 0.0059        | + 0.0056         | + 0.0056         |
| 0.4                         | + 0.0026        | + 0.0034        | + 0.0081        | + 0.0106        | + 0.0102        | + 0.0092        | + 0.0077        | + 0.0067        | + 0.0055         | + 0.0053         |
| 0.5                         | - 0.0009        | - 0.0006        | + 0.0064        | + 0.0083        | + 0.0085        | + 0.0077        | + 0.0078        | + 0.0075        | + 0.0066         | + 0.0065         |
| 0.6                         | - 0.0019        | - 0.0024        | + 0.0023        | + 0.0032        | + 0.0043        | + 0.0042        | + 0.0058        | + 0.0070        | + 0.0070         | + 0.0079         |
| 0.7                         | - 0.0019        | - 0.0033        | - 0.0037        | - 0.0044        | - 0.0029        | - 0.0021        | - 0.0003        | + 0.0020        | + 0.0024         | + 0.0044         |
| 0.8                         | - 0.0033        | - 0.0050        | - 0.0090        | - 0.0113        | - 0.0107        | - 0.0098        | - 0.0085        | - 0.0064        | - 0.0062         | - 0.0047         |
| 0.9                         | - 0.0051        | - 0.0060        | - 0.0102        | - 0.0134        | - 0.0140        | - 0.0134        | - 0.0128        | - 0.0123        | - 0.0123         | - 0.0124         |

Wie man sieht, lässt die Schraube an Güte zu wünschen übrig; nicht allein ist die Periode beträchtlich, sondern sie zeigt auch im ganzen Verlauf der Schraube ein wesentlich verschiedenes Verhalten. — Man sollte nun aus diesem Zustande der Schraube auf beträchtliche fortschreitende Fehler schliessen; es ergab sich indess, dass die Abweichungen der Werthe der einzelnen Schraubenwindungen von einander kaum die Grenzen der wahrscheinlichen Messungsfehler überschritten. Es wurde daher von der Berücksichtigung der fortschreitenden Fehler abgesehen.

Der Güte des Herrn Prof. Vogel verdanke ich noch einige Mittheilungen über zwei Schrauben, welche Repsold für die Positionsmikrometer des Potsdamer 12 zölligen Aequatorials geliefert hat. Bei dem grossen Positionsmikrometer waren die perio-

<sup>1)</sup> Public. d. Astro-Physik. Observatoriums zu Potsdam. Bd. 1. S. 164.

dischen und fortschreitenden Fehler der Schraube so gering, dass sie jederzeit, auch bei den feinsten Messungen vernachlässigt werden können. Für die Schraube des kleinen Positionsmikrometers wurde folgende Formel abgeleitet:

$$q(u) = u + 0.00235 \cos u + 0.00117 \sin u + 0.00055 \cos 2u + 0.00010 \sin 2u \dots$$

Aus derselben folgen die nachstehenden Correctionen, welche dieselben Grössen, wie früher besprochene Repsold'sche Schrauben zeigen:

| Stellung<br>der<br>Schraube | Correction | Stellung<br>der<br>Schraube | Correction |
|-----------------------------|------------|-----------------------------|------------|
| n                           | n          | n                           | n          |
| 0.0                         | + 0.0029   | 0.5                         | - 0.0018   |
| 0.1                         | + 0.0029   | 0.6                         | - 0.0023   |
| 0.2                         | + 0.0015   | 0.7                         | - 0.0022   |
| 0.3                         | - 0.0001   | 0.8                         | - 0.0009   |
| 0.4                         | - 0.0011   | 0.9                         | + 0.0015   |

Von einer von R. Fuess in Berlin gelieferten Schraube für das Positionsmikrometer des Bothkamper Refractors theilt mir endlich Herr Prof. Vogel mit, dass ihre periodischen und fortschreitenden Fehler äusserst gering waren.

Schliesslich wende ich mich zu der von Dr. R. Engelmann<sup>1)</sup> vorgenommenen sehr sorgsamten Untersuchung einer Schraube von Pistor & Martins. Es ist die zum Fadenmikrometer des sechsfüssigen Refractors der Leipziger Sternwarte gehörige Schraube. Engelmann bediente sich folgender Vorrichtung bei der Untersuchung: An einer dreiseitigen Säule waren vier Hülsen verschiebbar; die unterste trug einen Planspiegel, die zweite eine durchbohrte Platte, auf welcher ein Dollond'sches Fadenmikrometer aufgeschraubt war; darüber befand sich am Arme der dritten Hülse eine planconvexe Linse von ziemlich starker Krümmung; die oberste Hülse endlich trug eine zweite durchbohrte Platte, auf welcher das zu untersuchende Mikrometer lag. Die Mittelpunkte der beiden Durchbohrungen und der Linse lagen in einer Linie. Das untere Dollond'sche Mikrometer hatte ein Fadennetz von zwei Vertical- und einem Horizontalfaden, beide erstere durch verschiedene Schrauben beweglich. Das Bild dieses Fadennetzes wurde durch die Linse nach oben geworfen und konnte in eine Ebene mit den Fäden des oberen Mikrometers gebracht werden. Die unteren Fäden gaben also die Entfernung, die constant blieb, so lange nicht eine der sie bewegenden Schrauben gedreht wurde; diese Entfernung wurde in der gewöhnlichen Weise von verschiedenen Anfangsstellungen ausgehend mittels der zu untersuchenden Schraube gemessen. Zuerst standen die unteren Fäden dem oberen beweglichen Faden parallel und es wurden Lichtlinien gemessen; später fand jedoch Engelmann, dass die Beobachtungsfehler geringer wurden, wenn er das untere System um etwa 45° drehte und also statt Lichtlinien Lichtpunkte verglich. Bei Ableitung der Correctionsformeln wurden nur die nach letzterer Methode gewonnenen Resultate berücksichtigt. Die Messungen erstreckten sich an zwei Stellen der Schraube über je fünf Windungen und zwar von 30° — 34° und von 40° — 44°. Die für die fünf Windungen je einer Stelle erhaltenen Werthe stimmen sehr gut mit einander überein; auch wenn man die beiden Stellen der Schraube mit einander vergleicht, ergeben

<sup>1)</sup> Messungen von 90 Doppelsternen. Leipzig 1865 S. 18.

sich geringe Abweichungen. Man kann daher den Schluss ziehen, dass die Schraube in ihrem ganzen Verlaufe dasselbe Verhalten zeigt. Um ganz streng zu sein, hat Engelmann indess für die beiden Stellen der Schraube bei 32<sup>n</sup> und 42<sup>n</sup> verschiedene Correctionformeln abgeleitet. Dieselben sind folgende:

$$\text{Bei } 32^{\text{n}} \quad q(u) = u - 0.003540 \cos u - 0.000508 \sin u - 0.000658 \cos 2u - 0.000115 \sin 2u \dots$$

$$\text{„ } 42^{\text{n}} \quad \text{„} = u - 0.002848 \cos u + 0.000180 \sin u - 0.000012 \cos 2u + 0.001576 \sin 2u \dots$$

Aus derselben ergeben sich die folgenden Correctionen:

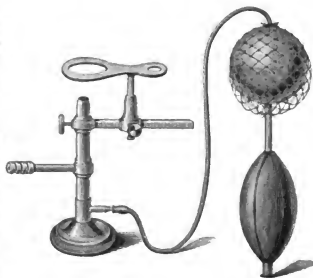
| Stellung<br>der<br>Schraube | Correction          |                     |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|
|                             | bei 32 <sup>n</sup> | bei 42 <sup>n</sup> |
| n                           | n                   | n                   |
| 0.0                         | - 0.0042            | - 0.0029            |
| 0.1                         | - 0.0035            | - 0.0007            |
| 0.2                         | - 0.0010            | + 0.0002            |
| 0.3                         | + 0.0012            | + 0.0001            |
| 0.4                         | + 0.0025            | + 0.0009            |
| 0.5                         | + 0.0029            | + 0.0028            |
| 0.6                         | + 0.0029            | + 0.0037            |
| 0.7                         | + 0.0020            | + 0.0016            |
| 0.8                         | 0.0000              | - 0.0020            |
| 0.9                         | - 0.0027            | - 0.0039            |

Berücksichtigt man die Kleinheit der Correctionen, so kann man dieselben für beide Stellen fast gleich nennen. Bei der praktischen Anwendung kann man also wohl das Mittel aus beiden Formeln als für die ganze Schraube gültig ansehen.

## Kleinere Mittheilungen.

### Gebhardt's Universal-Gasbrenner.

Um ein Gasgebläse herzustellen, schraubt Paul Gebhardt in Berlin auf den Fuss eines gewöhnlichen Bunsenbrenners zunächst ein Luftführungsrohr mit feiner Oeffnung und über dieses ein etwas längeres mit seitlichem Schlauchstück versehenes Rohr. Letzteres führt das Gas zu, während zur Luftzuführung ein mit dem Schlauchstück des Fusses in Verbindung gebrachtes Gummigebläse dient. Der Brenner ist zugleich Träger des Dreifusses oder Tragrings und leistet beim Schmelzen, Glühen, Glasbiegen u. dergl. dieselben Dienste wie ein vollständiges Gasgebläse. Der seitliche Arm von quadratischem Querschnitt, auf welchem die zur Aufnahme des Ringes bezw. Dreifusses bestimmte Hülse verschiebbar ist, kann auf dem äusseren Rohre in verschiedenen Höhen festgeklemmt werden. Der Ring ist somit nach allen Richtungen hin verstellbar; auch kann er, was oft wichtig, jeden Augenblick durch eine kleine Drehung ausser Bereich der Flammen gebracht werden, da er in der Hülse frei drehbar ist.



Schraubt man das äussere Rohr ab und führt das Gas durch das untere Schlauchstück zu, so erhält man die gewöhnliche Leuchtflamme; schraubt man auch das innere Rohr ab und ein zu diesem Zweck beigegebenes Bunsenbrennerrohr mit den seitlichen Luftöffnungen auf, so erhält man die gewöhnliche Bunsenflamme mit dem Vortheil, dass der Brenner auch hier Träger der Dreifussarmatur ist, welche auf dieses Rohr gleichfalls passt. Da schliesslich die Einrichtung auch als blosses Stativ zu Filtrationen u. dergl. benutzt werden kann, so hat man in ihr einen kleinen Universalapparat von mannigfachster Verwendbarkeit.

## Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 1. Nov. 1881. Vorsitzender: Herr Dörrfel.

Herr Bamberg führt einen von ihm construirten Apparat zur Herstellung fehlerfreier Mikrometerschrauben vor. Derselbe ist nach einem von dem verstorbenen Martins herrührenden, in der Werkstatt von Pistor & Martins seiner Zeit in Anwendung gewesenem Principe eingerichtet. Das Gewinde wird von einer auf festem Schlitten mittels Originalschraube sicher geführten Kluppe geschnitten. Zur Herstellung und Regulirung der Originalschraube dient ein zweiter ebenfalls vorggeführter Apparat, der nach dem im Februarheft dieser Zeitschrift von C. Reichel erläuterten Princip der fortgesetzten Theilung der periodischen Abweichungen eingerichtet ist. Eine genauere Beschreibung der Apparate, die ohne Zeichnung nicht wohl ausführbar ist, in dieser Zeitschrift behält sich der Herr Vortragende vor. — Hierauf giebt Herr Hänsch eine Erläuterung des Goltzsch'schen Mikroskopisches, dessen Einrichtung mit der im Aprilheft d. Zeitschr. S. 130 gegebenen übereinstimmt. — Herr Stückrath hat eine Compressionspumpe zur Herstellung flüssiger Kohlensäure construiert und führt den zugehörigen Metallbehälter nebst Deckel und einigen Ersatzstücken vor, um an ihnen die mächtige Wirkung eines inneren Druckes von 100 bis 200 Atmosphären zu zeigen, durch welchen diese z. Th. mehrere Centimeter starken Stücke sämmtlich in interessantester und überraschender Weise deformirt worden sind. — Zum Schluss zeigt Herr Dörrfel eine Paquelin'sche mit Petroleumäther zu speisende Löthlampe vor. Die Füllung des kleinen Behälters einer solchen Lampe hält 6 bis 7 Stunden vor, die Flamme ist ruffrei und von ausgezeichneter Wirkung; Explosionsgefahr ist ausgeschlossen. Der Preis beträgt M. 6,00. — Unter den hierauf zur Berathung gelangenden Vereinsangelegenheiten ist der Bericht des Herrn Dörrfel über die jetzt mit der Handwerkerschule vereinigte Fachschule hervorzuheben. Die Handwerkerschule zählt 630 Schüler, unter denen sich zur Zeit 85 Mechaniker befinden. Von letzteren nehmen am Fachzeichnen 49, am Zirkelzeichnen 26, am Cursus für Physik 48, an dem für Mechanik 37 Theil. Ein Cursus für Chemie ist wegen Mangel an Betheiligung bis jetzt nicht zu Stande gekommen.

Herr Dörrfel berichtet schliesslich über den Stand der Melbournner Angelegenheit. Es handelt sich um Verluste, welche die Aussteller der Gesellschaft durch Abhandenkommen ihrer auf die Melbournner Weltausstellung gesandten Ausstellungsgegenstände erlitten haben; es wird eine Reihe hierauf bezüglicher Details mitgetheilt. Zwar hat der Herr Reichscommissar einer bei ihm vorstellig gewordenen Deputation seine Bereitwilligkeit zu erkennen gegeben, allen Wünschen der Aussteller Rechnung zu tragen, indess wird angenommen, dass die Angelegenheit noch besser gefördert werden würde, wenn sie als Vereinessache übernommen und demgemäss behandelt würde. Ein hierauf bezüglicher Antrag des Referenten wird angenommen und mit der Führung der Angelegenheit Herr Fuess, einer der Nichtaussteller, betraut.

Sitzung vom 15. November 1881. Vorsitzender Herr Fuess.

Herr Dr. Levy hält den angekündigten Vortrag über die „Internationale Ausstellung für Electricität in Paris“. Nachdem der Vortragende in Kürze die Ziele der Ausstellung

auseinandergesetzt und eine allgemeine Skizze über die äussere Anordnung gegeben hatte, ging derselbe auf einige die Mechaniker specieller interessirende Gegenstände des Näheren ein. Was zunächst die Erregung der Electricität betrifft, so haben die Secundärelemente in neuester Zeit zu den weitgehendsten Erwartungen Anlass gegeben und ziehen auf der Ausstellung auf diesem Gebiete die meiste Aufmerksamkeit auf sich. Planté benutzte schon 1860 die Polarisation eines aus Blei und verdünnter Schwefelsäure bestehenden Elementes, durch das ein elektrischer Strom gegangen ist, zur Erzeugung eines Stromes von starker Intensität, doch war derselbe wegen seiner kurzen Dauer für die Praxis wenig verwendbar. Der Planté'sche Accumulator wirkte nur als Condensator. Faure hat im laufenden Jahre dadurch eine wesentliche Verbesserung an den Secundärelementen erzielt, dass er die Bleiplatten derselben mit Mennige bestrich. Der bei einer vierundzwanzigstündigen Ladung angehäuften Polarisationsstrom ist dann für mehrere Stunden verwendbar. Die Ladung erfolgt durch dynamoelektrische Maschinen. Ob sich die an die Construction dieser Elemente geknüpften Hoffnungen, irgendwo brachliegende Naturkräfte anderswo zu verwerthen, so bald realisiren werden, erscheint bei der grossen Schwere der Elemente in ihrer jetzigen Construction noch zweifelhaft.

Eine andere Neuerung an Elementen von allerdings ungleich geringerer Bedeutung ist in dem Element von Kaliumbichromat von Trouvé ausgestellt, der, um die Polarisation in seiner Tauchbatterie zu verringern, seitlich ein Rohr zum Einblasen von Luft angebracht hat. Hierdurch sollen die an den Elektroden niedergeschlagenen Gasbläschen verscheucht werden. Die Art der Aufhängung der Platten in dem Elemente erleichtert das Reinigen derselben wesentlich. Eine Verbesserung gegen die übliche Construction der Flaschenelemente scheint immerhin vorzuliegen.

Von elektrodynamischen Maschinen wurden diejenige von Trouvé sowie die von Griscom, die besonders wegen ihrer Kleinheit interessant erscheinen, hervorgehoben. Beide sind nur wenig veränderte Maschinen des alten Siemens'schen Systems, die durch ihre Aenderungen eine leichtere Construction ermöglichen. Erstere wird zum Betriebe des von Trouvé ausgestellten Bootes und des Tissandier'schen lenkbaren Luftballons, letztere zum Betrieb einer Nähmaschine benutzt. In der letzteren wirkt ein Element von Kaliumbichromat als Electricitätsquelle, und wird durch Aenderung der Intensität die Geschwindigkeit der Maschine regulirt.

Zum elektrischen Licht übergehend zeigt der Vortragende, wie dasselbe im Wesentlichen in zwei Kategorien zerfällt. Entweder wird der Davy'sche Lichtbogen als Leuchtquelle benutzt, oder ein Theil der festen Leitung selbst wird vermöge vergrösserten Widerstandes glühend. Die Lampen der ersten Art bedürfen sämtlich eines Regulators, die der letzteren Art nicht. Die Regulirung erfolgt meist durch den elektrischen Strom selbst. Sollen mehrere Lampen in einen Stromkreis eingeschaltet werden, so muss jede derselben durch einen Zweigstrom regulirt werden, die Regulirung einer einzelnen Lampe kann auch durch den Hauptstrom bewirkt werden. Die meisten Lampen der ersten Art, namentlich die mit Wechselstrom arbeitenden, leiden noch an zu grossem Geräusch und an nicht immer genügender Constanz des Lichtes; eine rühmliche Ausnahme macht die neue Siemens'sche Differentiallampe. Im Allgemeinen wird der Davy'sche Lichtbogen hauptsächlich dann mit Vortheil verwendet werden, wenn wenige starke Lichtquellen erforderlich sind. Auf der Grenze zwischen den beiden Hauptarten stehen diejenigen Systeme, in welchen die constante Entfernung der Elektrodenspitzen durch eine zwischenliegende Isolirschicht erreicht ist, da dieselbe mitglüht. Typus dieses Systems ist die Jablochkoſ'sche Kerze. Erwähnt hierbei wurde noch das System Jaspar, in welchem in Davy'schen Lichtbogen ein Kalkstück glüht. Die Lampen zweiter Art sind die Incandescenzlampen, repräsentirt durch die Systeme Edison, Maxim und Swan. Dieselben eignen sich besonders für die Anwendung des elektrischen Lichtes im Kleinen.

Bei der telephonischen Verbindung der Oper mit dem Ausstellungsraum kamen Telephone des Systems Ader sowie mikrophonische Schallreceptoren zur Verwendung, die im Wesentlichen

auf dem Princip des Hughes'schen Mikrophons beruhen. Letztere sind mit Bleiplatten beschwert und ruhen auf Kautschukfüßen, wodurch die Fortleitung anderer Erschütterungen als der durch die Schallwellen verursachten verhindert ist. Zehn derartige Receptoren sind am vorderen Bühnenrande aufgestellt, und sind je zwei mit zwei verschiedenen um die halbe Bühnenbreite von einander entfernten Receptoren in Verbindung stehende Telephone für einen Hörer zu einem Paare vereinigt. Der überraschende Erfolg dieser Anordnung ist der, dass aus dem Tönen des Telephons auf die Bewegung des Sängers geschlossen werden kann.

Das ungefähr gleichzeitig mit dem Bell'schen construirte Telefon von Gray dürfte kaum je zu praktischer Bedeutung gelangen, bietet aber immerhin ein gewisses theoretisches Interesse. Es besteht aus einer Reihe von Inductionsapparaten mit Stimmgabel-Unterbrechern, von denen je zwei gleich gestimmt sind. Durch alle Apparate geht derselbe Strom. Werden nun auf der einen Seite einige Stimmgabeln in Bewegung gesetzt, so antworten auf der andern Seite die gleichgestimmten Gabeln.

Zum Schluss wurde noch ein von Bjerckness ausgestellter Apparat beschrieben, der zur Versinnbildlichung der elektrischen und magnetischen Anziehung und Abstoßung durch analoge Erscheinungen der Hydrodynamik dient. Derselbe dürfte sich für Demonstrationszwecke eignen.

Sitzung vom 6. December 1881. Vorsitzender: Herr Fuess.

Herr Prof. Dr. W. Foerster hatte für diese Sitzung einen Vortrag angekündigt, welchen er jedoch wegen plötzlicher Erkrankung hatte absagen lassen müssen. Statt dessen führt Herr Prof. Dr. Hartnack sein in dieser Zeitschrift bereits beschriebenes Zeichenmikroskop vor. Herr Brandt übergibt hierauf ein grosses englisches Mikroskop von Ross zur Ansicht. Den Schluss bilden geschäftliche Mittheilungen und Verhandlungen.

Der Schriftführer: L. Blankenburg.

## Neu erschienene Bücher.

- V. Stronhal und C. Barus**, *Ueber Anlassen des Stahles und Messung seines Härtezustandes*. Würzburg, Stahel.
- W. Weber und F. Zöllner**, *Elektrodynamische Widerstandsmessungen nach absolutem Maasse*. Leipzig, Breitkopf & Härtel.
- Applications générates de l'électricité. Télégraphes et téléphones, sonneries et signaux électriques, piles Léclanché etc. Guide pratique; Catalogue illustré, notes et renseignements divers. 120 S. mit 49 Fig. Bruxelles, Manslon & Co. fr. 1,00.**
- Armengaud aîné**, *Manuel de l'éclairage électrique; sources et générateurs d'électricité, lampes et régulateurs, éclairage par incandescence et par arc voltaïque, division et distribution de la lumière*. 250 S. Paris, Bernhard & Co. fr. 5,00.
- Die Fortschritte der Physik im Jahre 1877**. Red. v. B. Schwalbe, 23. Jahrgang. 1. Abth. Berlin, G. Reimer. M. 7,00.
- Nlandet, A.** *Die galvanischen Elemente von Volta bis heute*. Deutsch bearb. v. W. Ph. Hauck. Braunschweig, Vieweg & Sohn. M. 7,00.
- Sabouran, A.**, *Petit vocabulaire raisonné de magnétisme et de l'électricité*. Paris, au Bureau du Journal „l'Électricité“ fr. 1,50.
- Zetzsche, K. E.**, *Handbuch der elektrischen Telegraphie*. 4. Bd. *Die elektrischen Telegraphen für besondere Zwecke*. 5. (Schluss-) Liefg. Berlin, Springer. M. 6,20.
- Perey, J.**, *Die Metallurgie des Silbers und Goldes*. Uebersetzen u. bearb. v. C. Rammelsberg 1. Abth. Braunschweig, Vieweg & Sohn. M. 5,60.
- Verzeichniss sämtlicher Schriften über Metallindustrie, Klempnerei, Legir- und Löthkunst, Vergoldung, Galvanoplastik, welche von 1865 bis 1881 im Deutschen Buchhandel erschienen sind. Leipzig, Gracklauer. M. 0,20.**
- Verzeichniss sämtlicher Schriften über Gewerbechemie und chemisch-technische Receptbücher, welche von 1865—81 im Deutschen Buchhandel erschienen sind. Leipzig, Gracklauer. M. 0,27.**

- L. Ditscheiner**, *Ueber die Aufsuchung der Störungsstellen an nicht vollkommen isolirten Leitungen*. Wien, Gerold, M. 0,25.
- E. v. Fleischl**, *Physiologisch-optische Notizen*. Wien, Gerold. M. 0,25.
- J. E. H. Gordon**, *Traité expérimental d'électricité et de magnétisme, Traduit de l'anglais et annoté par M. J. Reynaud et M. Seligman-Lui; précédé d'une introduction par M. A. Cornu*. 2 Bände. Paris, Baillière & fils.
- J. Haubner**, *Ueber das magnetische Verhalten von Eisenpulvern verschiedener Dichten*. Wien, Gerold. M. 0,30.
- H. R. Kemper**, *A Handbook of Electric Testing. New edited, revised and enlarged*. 372 S. London, Spens. 12 sh. 6 d.
- F. Hotvar**, *Ueber einige Versuche mit einer Holtz'schen Influenzmaschine*. Wien, Gerold. M. 0,20.
- Y. v. Lang**, *Ueber die Dispersion des Aragonits nach arbiträrer Richtung*. Wien, Gerold. M. 0,20.
- Alfred Naudet**, *Machines électriques à courant continu, Systèmes Gramme et Congénères*. Paris, Baudry. fr. 5,00.
- Pesage des liquides**, *par les liquides similaires servant de contre-poids. Bascule densi-volumétrique, système T. Sourde*. Paris, 84 rue Saint-Maur.
- W. Freyer**, *Ueber den Farben- und Temperaturninn, mit besonderer Rücksicht auf Farbenblindheit*. Bonn, Strauss. M. 2,00.
- Téléphone**, *le, revue hebdomadaire de téléphonie pratique, organe spécial des abonnés du Téléphone et des porteurs de titres*. No. 1.—2. juin 1881. Paris, Wattier & Co. Abonn.: étranger fr. 15,00.
- Wörterbuch der Marine**. *Nautisch-technisches*. Deutsch, italienisch, französisch und englisch. Bearbeitet v. P. E. Dabovich. 8. Lief. Pola, 1881. M. 2,00.
- Dr. Emil Winkler**, *Technisch-chemisches Recept-Taschenbuch*. Enthaltend in etwa 10000 Recepten und Mittheilungen die nützlichsten Entdeckungen aus dem Gebiete der technischen Chemie und der Gewerbkunde. Heft I, 80 S. Halle, Wilh. Knapp. M. 0,50.
- Al. Wagner**, *Gold, Silber und Edelsteine*. Handbuch für Gold-, Silber-, Bronzarbeiter und Juweliers. Chemisch-technische Bibliothek. Bd. 85. 18 Bog. Wien, Hartleben. M. 3,25.
- Das Mikroskop** *und seine Anwendung bei der Untersuchung von Hopfen, Hefe u. s. w. nebst Beschreibung und Gebrauchsanweisung des Hefezählers*. 20 S. Berlin, Klönne & Müller. M. 0,50.
- Ausstellungszeitung des Schwäbischen Merkurs**. *Sammlung der Berichte des Schwäbischen Merkurs über die Würtemb. Landesgewerbeausstellung zu Stuttgart 1881*. Sonderabdruck, Stuttgart 1881.
- Werner Siemens**, *Gesammelte Abhandlungen und Vorträge*. 528 S. Berlin, Springer.
- J. Perrotin**, *Visites à divers observatoires d'Europe*. Paris, Gauthier-Villars.
- A. Cazin**, *Traité théorique et pratique des piles électriques*. Paris, ebendas.
- H. Faye**, *Cours d'Astronomie de l'École Polytechnique*. Paris, ebendas.
- Handbuch der Navigation**, *mit besonderer Berücksichtigung von Compass und Chronometer, sowie der neuesten Methoden der astronomischen Ortsbestimmung*. Berlin, Mittler & Sohn. M. 6,00.
- C. A. Young**, *The Sun*. With Illustrations. New-York. 10 sh. 6 d.
- Annales du bureau central météorologique de France**. *publiées par E. Mascart*. Années 1877—1879. Paris, Gauthier-Villars.
- J. Finger**, *Ueber ein Analogon des Kater'schen Pendels und dessen Anwendung zu Gravitationsmessungen*. Wien, Gerold. M. 0,40.
- E. Grand**, *Démonstration de l'optique physiologique; mémoire sur l'oeil artificiel à refractions cylindriques*. Nancy, l'auteur. fr. 14,00.
- H. Helmholtz**, *Wissenschaftliche Abhandlungen*. 1. Band 1. Abth. Leipzig, Barth. M. 6,00.
- G. Kirchhoff**, *Gesammelte Abhandlungen*. 1. Abth. Leipzig, Barth. M. 6,00.
- J. Jamin et Bouty**, *Cours de physique de l'École polytechnique*. T. II. 112 avec 84 fig. et 2 pl. Paris, Gauthier-Villars.
- Instructions météorologiques du bureau central météorologique de France**. 2. édit. Paris, Gauthier-Villars. fr. 2,50.
- E. Jochmann**, *Grundriss der Experimentalphysik. Vermehrt um Elemente der Astronomie und mathematischen Geographie von O. Herues*. Berlin, Winkelmann. M. 4,60.
- G. Krebs**, *Grundriss der Physik für höhere realistische Lehranstalten*. Leipzig, Veith & Co. M. 7,00.
- E. Lommel**, *Lexikon der Physik und Meteorologie*. Leipzig, Bibl. Institut. M. 4,00.
- Publicationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam**. No. 6 u. 7. Leipzig, Engelmann. M. 7,00.

- Ad. F. Weinhold**, *Physikalische Demonstrationen*. 3. (Schluss-) Liefg. Leipzig, Quandt & Händel. M. 8.50.
- W. Pfanhauser**, *das Galvanisiren von Metallen (elektrochemische Metallplattirung)*. Wieu, Lehmann & Wenzel. M. 4,00.
- T. Winckler's Handbuch zur Herstellung von Metallüberzügen, insbes. zum Vergolden, Versilbern, Ver-silbern, Verplatiniren etc. auf heissem, kaltem, trockenem, feuchtem und galvanischem Wege. 3. Aufl. bearb. von F. Elsner. Halle, Knapp. M. 5,00.**
- F. Kleritj**, *Penzel mit compensirtem Schwerpunkte*. Belgrad, Staatsdruckerei, 1881.
- L. Giraud-Tenlon**, *La vision et ses anomalies*. Paris, J. B. Ballière, 1881.

## Journal- und Patentlitteratur.

**Instrument zur Beobachtung der Sternschnuppen.** Von F. Larroque. Compt. Rend. Tome XCIII No. 13 S. 521.

Das Instrument soll es einem Beobachter ermöglichen, zu gleicher Zeit alle Meteore zu beobachten, welche an den verschiedenen Theilen des Himmels erscheinen. Es soll das durch Reflexionen auf den Flächen eines Spiegels bewirkt werden, der die Form einer Doppel-Pyramide hat. W.

**Vorlesungsversuche.** Von Dr. G. Krebs. Carl's Repertorium Bd 17. S. 569.

1. Dämpfung einer Magnetnadel. Mittels einer kleinen Vorrichtung wird dicht unter eine stark magnetische Nadel eine Kupferscheibe geschoben. Bewegt man die Nadel aus ihrer Lage, so kommt sie in kurzer Zeit zur Ruhe. Wird noch eine zweite Kupferscheibe über der Magnetnadel angebracht, so tritt die Dämpfung in noch kürzerer Zeit ein.

2. Bewegung einer Magnetnadel durch eine andere. Eine Multiplicatornadel zeigt einen Ausschlag, wenn man die Nadel eines anderen Multiplicators, dessen Klemmschrauben mit denen des ersteren durch Drähte verbunden sind, in Bewegung setzt. Mittels zweier gewöhnlicher Multiplicatoren gelingt der Versuch indess nicht immer. Statt eines gewöhnlichen Multiplicators wird deshalb ein etwa 20cm langes, 3cm breites und 3cm hohes, mit nicht zu dünnem Draht (0,5 bis 1mm) umlegtes Holzkästchen genommen, welches in der Mitte eine verticale Axe hat; an dieser Axe ist ein etwa 18cm langer, 2cm breiter Magnetstab in seiner Mitte drehbar befestigt. Die Drahtenden des Kästchens werden mit den Klemmschrauben eines gewöhnlichen Multiplicators durch lange Drähte verbunden und der Magnetstab senkrecht auf die Längsrichtung des Kästchens gestellt. Dreht man dann den Magnetstab rasch um 180° nach der einen oder anderen Richtung, so schlägt die Nadel bis an die Hemmung aus. Je rascher man den Stab rotiren lässt, desto weniger entfernt sich die Nadel vom Nullpunkt.

3. Hemmung der Bewegung einer sich drehenden Kupferscheibe durch einen Magneten. Eine dünne Kupferscheibe, welche mittels eines Uhrwerks rotirt, kann fast zum Stillstand gebracht werden, wenn man einen Hufeisenmagnet (10cm lang, aus 3 Lamellen bestehend) so einschleibt, dass die Kupferscheibe sich zwischen dessen Polen bewegt. W.

**Drehung der Polarisationsebene des Lichts unter dem magnetischen Einflusse der Erde.** Von H. Becquerel. Compt. Rend. T. XCIII, Nr. 12.

Verf. hatte vor mehreren Jahren der Pariser Akademie Untersuchungen vorgelegt, welche den Einfluss des Erdmagnetismus auf die Fortpflanzung eines polarisirten Lichtstrahls bei seinem Durchgange durch flüssigen Schwefelkohlenstoff zeigten. Der Lichtstrahl wurde längs des magnetischen Meridians einmal von Nord nach Süd und dann in umgekehrter Richtung geführt; zwischen den relativen Lagen der Polarisationsebene des Lichts in diesen beiden Richtungen wurde eine Differenz beobachtet und diese als das Doppelte der vom Einfluss des Erdmagnetismus herrührenden Abweichung erkannt.

Kürzlich hat Becquerel diesen Versuch mit grösseren instrumentellen Mitteln erneuert. Ein grosser kupferner Cylinder (Länge 3,27 m, Durchmesser 0,12 m) durch parallele Glasscheiben geschlossen, diente zur Aufnahme der Flüssigkeit. Der Cylinder war auf einem grossen hölzernen Balken befestigt, der in der Mitte um eine verticale Axe drehbar war. Der Balken trug ferner den ganzen optischen Apparat: einen grossen Halbschatten-Polarisator mit Collimator, zwei versilberten Spiegeln und dem Analysator, der im Centrum eines getheilten Kreises montirt und mit Fernrohr versehen war. Als Lichtquelle diente Hydroxygen-Gas. Die Untersuchungen erstreckten sich auf destillirtes Wasser und flüssigen Schwefelkohlenstoff.



Die beiden versilberten Spiegel sollten durch wiederholte Reflexionen einen mehrmaligen Durchgang der Lichtstrahlen durch den Cylinder bewirken. Wegen der Absorption des Lichts seitens der Flüssigkeiten ist indess die Anzahl dieser Reflexionen eine beschränkte; nämlich drei für den Schwefelkohlenstoff und fünf für das Wasser. Da die Länge des Cylinders 3,27 m betrug, so ging der Lichtstrahl durch eine Flüssigkeitssäule von 9,825 m Schwefelkohlenstoff und 16,40 m Wasser.

Bei den optischen Messungen bediente sich Verf. der von ihm angegebenen Methode, die Drehungen der Polarisationsebene zu vervielfältigen. (S. diese Zeitschrift Heft 10, S. 345.) Als störendes Element zeigte sich der Mangel an Constanz seitens der Lichtquelle, welche nicht monochromatisch ist. Durch eine Säule von 9 m Schwefelkohlenstoff erschien das Licht roth-orange und durch 16 m Wasser grün; jeder Wechsel in der Flamme bewirkte eine Veränderung der Farbe und also der Grösse der Drehung.

Der Apparat wurde erst parallel der Declinationsnadel gestellt und dann um 180° gedreht. In jeder Stellung wurde die Lage der Polarisationsebene beobachtet. Die Resultate sind durch gleichzeitige vergleichende Beobachtungen auf die gelben Strahlen *D* bezogen. Die Ergebnisse waren folgende: Unter dem Einfluss des Erdmagnetismus in Paris zeigte sich bei dem Durchgange durch 9,825 m flüssigen Schwefelkohlenstoff (auf 0° C. bezogen) eine doppelte magnetische Drehung von 17',09, bei dem Durchgange durch 16,40 m Wasser (Temperatur 30° C.) eine Drehung von 10',2. Der wahrscheinliche Fehler der Messung beträgt 0',1. W.

**Das Devioskop.** Von G. Sire. Journ. de Phys. No. 117. September 1881.

Der Foucault'sche Pendelversuch lässt sich bekanntlich nicht an jedem Orte ansführen und kann natüremäss auch nicht während einer Vorlesung gezeigt werden. Es sind daher schon von mehreren Gelehrten, u. A. von Wheatstone und Silvestre, Apparate construiert worden, welche bezweckten, die Axendrehung der Erde, bezw. die Drehung der Schwingungsebene eines Pendels, für Vorlesungszwecke zu demonstrieren. Eine sinnreiche Lösung des Problems liegt in dem von G. Sire construirten Devioskop vor.

Das feste Fussgestell *P*, Fig. 1, trägt eine stählerne Axe, auf welcher eine Kugel von Metall oder hartem Holz befestigt ist; diese Kugel bleibt stets unbeweglich. Die bogenförmigen Arme *mm* dienen einem Systeme von drei Rädern, *A*, *B*, *C*, als Träger. Die Kugel und diese drei Räder haben genau denselben Durchmesser. Das Rad *A* ist auf einer stählernen Axe befestigt, deren Verlängerung in der Schwingungsebene eines gedachten Pendels liegt; diese Ebene ist durch zwei kleine Messingscheiben *ss* markirt.

Das System der drei Räder kann verschiedene Stellungen zu der festen Kugel einnehmen; ein in der Mitte des Trägers *mm* befindliches Charnier erlaubt es, in Verbindung mit dem getheilten Kreise *d*, das System auf jede beliebige Breite der Kugel einzustellen. In Fig. 1 ist das Pendel am Pol, in Fig. 2 am Aequator schwingend gedacht; in welcher Weise ein in einer mittleren Breite schwingendes Pendel durch den Apparat dargestellt wird, ergibt sich daraus von selbst.

Der Träger *mm* mit dem Räderystem kann ferner um die Kugel horizontal gedreht werden. Das Maass dieser Bewegung wird durch den getheilten Kreis *i* controlirt. Wird diese horizontale Drehung, im Sinne der Drehung der Erde, angeführt, so rollt — Fig. 1 — das fein gezahnte Rad *C* auf der Kugel. Mit *C* ist das Zahnrad *B* durch eine Axe parallel zur Verticalen des Beobachtungsortes fest verbunden und muss also die Bewegung von *C* mitmachen. Weiter theilt *B* dem gezahnten Rade *A* eine Winkelgeschwindigkeit mit, welche der seinigen gleich, aber entgegengesetzten Sinnes ist. Der mit *A* fest verbundene getheilte Kreis *b* hat endlich dieselbe

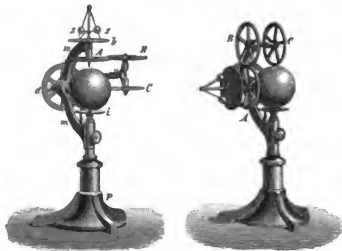


Fig. 1.

Fig. 2.

Bewegung wie *A* und dreht sich unter der markirten Schwingungsebene des Pendels; man kann also mittels desselben den Bogen bestimmen, welchen die Schwingungsebene des Pendels in der angenommenen Breite beschrieben hat.

In Fig. 1 ist das Pendel am Pol schwingend gedacht. Lässt man den Träger *mm*, im Sinne der Drehung der Erde, eine Bewegung von  $360^\circ$  ausführen, so beschreiben die Räder *C* und *B* denselben Bogen; in Folge dessen werden auch *A* und *b* sich um einen Winkel von  $360^\circ$ , aber im entgegengesetzten Sinne drehen. In Fig. 2 schwingt das Pendel am Aequator. Das Rad *C* berührt den Pol der Kugel; bei einer horizontalen Drehung des ganzen Systems wird also *C* und folglich auch *b* keinerlei Bewegung mitgetheilt. Bei einer mittleren Breite endlich wird *C* und schliesslich dann *b* eine Bewegung erhalten gleich der Rotation des Trägers *mm* multiplicirt mit dem Sinus der Breite.

Der Apparat bringt also das Verhalten der Schwingungsebene des Pendels in den verschiedenen Breiten vollkommen zur Anschauung. W.

**Zwei Sätze über das Bunsen'sche Photometer.** Von Dr. H. Kruess. Verhandl. d. Hamburg. Naturwissensch. Vereins, Hamburg 1881. S. 71.

Die Construction des Bunsen'schen Photometers beruht bekanntlich darauf, dass ein auf einem Papier befindlicher Fettfleck bei durchfallendem Lichte hell auf dunklem Grunde, bei auffallendem dunkel auf hellem Grunde erscheint. Sind beide Seiten des Papiers gleich stark beleuchtet, d. h. befindet sich der Papierschild genau in der Mitte zwischen zwei Lichtquellen von gleicher Intensität, so fragt es sich, wie in dieser Stellung nun der Fettfleck erscheint, ob heller oder dunkler als das umgebende nichtgefettete Papier. Verf. kommt mittels einer von derjenigen früherer Forschern etwas verschiedenen Betrachtung zu dem Resultate, dass der Fettfleck beiderseits dunkler als das nichtgefettete Papier erscheinen muss.

Der zweite Satz bezieht sich auf die Ermittlung des Intensitätsverhältnisses zweier mit einander verglichenen Lichtquellen. Für Photometer, bei welchem die beiden Lichtquellen an den Enden eines festen Maassstabes angebracht sind, während der Papierschild zwischen ihnen verschiebbar ist, wird folgender Satz abgeleitet: „Das richtige Intensitätsverhältniss der beiden Lichtquellen zu einander ist gleich dem geometrischen Mittel aus denjenigen Intensitätsverhältnissen, welche den beiden Stellungen entsprechen, in denen der Fettfleck links und rechts verschwindet.“ W.

**Bestimmung der Wellenlängen von Strahlen grosser Brechbarkeit.** Von A. Cornu. Journ. de Phys. X No. 118. October 1881.

Zur Bestimmung der Wellenlängen des Lichts bediente sich A. Cornu früher achromatischer Objective, welche aus einer convergenten Linse von Quarz und einer divergenten von Isländischem Spath zusammengesetzt waren. Die Dispersionen der beiden Substanzen verhalten sich indess nicht so zu einander, dass ein vollkommener Achromatismus hergestellt werden konnte. Die Veränderung der Focalstellung machte sich für Strahlen von empfindlicher Brechbarkeit störend bemerkbar; auch hat der Isländische Spath ein ziemlich starkes Absorptionsvermögen für die äussersten zu beobachtenden Strahlen, so dass die erwähnten Objective zum Studium der Strahlen von hoher Brechbarkeit nicht geeignet waren. Neuerdings benutzte Verf. nun statt des Isländischen Spaths den Schweizer farblosen Flussspath. Derselbe lässt die ultravioletten Strahlen ebenso gut durch wie Quarz und sein Dispersionsgesetz harmonirt mit demjenigen des Quarz so gut, dass es gelang, ein Linsensystem herzustellen, dessen Achromatismus Verf. fast vollkommen nennt.

Verf. hat mit einem solchen Objective, das an ein Brunner'sches Goniometer angebracht war, die Strahlen von grosser Brechbarkeit verschiedener Substanzen, Magnesium, Cadmium, Zink und Aluminium, untersucht und ist mit den Leistungen des Objectivs sehr zufrieden. W.

**Transporteur zum Aufragen tachymetrischer Aufnahmen.** Von Prof. F. Lorber. Zeitschr. f. Vermessungsw. 1881. Heft 9.

Der Halbkreis (Radius 11 cm) ist in Dritteln getheilt und in der Richtung von rechts nach links doppelt beziffert. Der Durchmesser ist abgeschrägt und vom Mittelpunkt nach beiden Seiten in Millimeter getheilt. Die Theilstriche der Theilung sind so kräftig, dass die Benutzung einer Linse entbehrlich ist. Das mit einer abgeschrägten Kante versehene, den Halbkreis in Bügelform übergreifende Lineal (50 cm lang) trägt den Nonius, dessen Angabe 1' ist; das Lineal lässt sich mittels einer cylindrischen Oeffnung über eine cylindrische, hohle, genau centrische mit dem Halbkreise verbundene Axe stecken, wodurch eine selbstständige Drehung des Lineals

und des Halbkreises ermöglicht ist. Bei festgestelltem Lineal lässt sich der Halbkreis leicht und sicher drehen. Die Feststellung geschieht durch zwei an den Enden angelegte Gewichte.

Die Mechaniker Miller in Innsbruck und Siekler in Karlsruhe fertigen den Transporteur und zwar für alte und neue Theilung (Noniusangabe 1' oder 0°02) an. Der Preis beträgt in der angegebenen Grösse (Radius 11cm) 70 Mark. W.

**Telemeter.** Von Le Cyre. Bulletins de la Société d'encouragement de l'industrie nationale, März 1881.

Der französische Ingenieur Le Cyre hat zwei Distanzmesser construiert, welche vorzugsweise für militärischen Gebrauch bestimmt sind und auf der Messung des sogenannten parallaktischen Winkels, als desjenigen, unter welchem die Basis von dem zu bestimmenden Object aus gesehen erscheint, beruhen. Letztere, am Instrument selbst befindlich, wird durch die Entfernung zweier Spiegel gebildet, von denen entweder nur der eine oder beide drehbar sind.

Bei dem einen Instrument, dem *télémetre portatif*, ist der eine Spiegel fest und unter 45° gegen die optische Axe eines Fernrohres geneigt, während der andere mittels einer Mikrometerschraube beweglich ist. Der Gebrauch des Distanzmessers ist folgender:

Der Beobachter visirt mit dem Fernrohr das Object direct an und bringt ein zweites, doppelt reflectirtes Bild des Gegenstandes vermöge Drehung des beweglichen Spiegels zur Deckung mit dem ersten Bilde; der Winkel beider Spiegel ist alsdann dem halben parallaktischen Winkel  $\alpha$  gleich. Bezeichnet man die Entfernung des Gegenstandes mit  $D$ , die beiden Spiegel mit  $b$ , so

ist  $D = \frac{b}{\operatorname{tg} \alpha}$ . Nimmt man ferner an, dass bei Parallelstellung beider Spiegel die Ablesung an der Mikrometerschraube Null ist, so ergibt sich, wenn zur Deckung der Objectbilder  $n$  Umdrehungen nöthig waren, wenn ferner  $a$  die Entfernung des beweglichen Spiegels von der Schraube und  $g$  die Ganghöhe der letzteren ist, die Gleichung  $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{ng}{a}$ , oder  $D = \frac{ab}{2ng}$ , und da  $\frac{ab}{2g}$

constant ist,  $D = \frac{\text{const.}}{n}$ . Hiernach lässt sich also für jedes Instrument eine Tafel aufstellen, aus welcher für jedes  $n$  der Schraube die betreffende Entfernung  $D$  zu entnehmen ist. Das Instrument weicht mithin wenig von dem auf S. 308 lfd. Jahrganges d. Zeitschr. beschriebenen patentirten Klinkerfuss'chen Distanzmesser ab.

Bei dem zweiten, auf einem Stativ befindlichen Instrument, dem *télémetre oscillant autour de l'axe optique*, sind beide Spiegel mit Hülfe von Mikrometerschrauben drehbar und liefern zwei zur Deckung zu bringende einfach reflectirte Bilder des Gegenstandes. Bei vorheriger Parallelstellung der Spiegel entspricht die Drehung des einen ebenfalls dem halben parallaktischen Winkel; die Berechnung der Entfernung  $D$  ist daher genau wie bei dem ersten Instrument.

Die Parallelstellung der Spiegel wird durch zwei Collimatoren von bekannter Einrichtung ermöglicht. Selbst wenn erstere nicht vollständig herbeigeführt worden, gestattet das Le Cyre'sche Instrument die Messung des parallaktischen Winkels, wozu dann allerdings zwei Beobachtungen erforderlich sind, derart, dass die beide Spiegel enthaltende Röhre nach der ersten Einstellung um 180° gedreht und in dieser Lage die Deckung der Objectbilder durch Drehung eines Spiegels bewirkt wird; der Drehungswinkel ist alsdann gleich dem ganzen parallaktischen Winkel.

Bei Le Cyre's Instrumenten ist als Basislänge 1 m gewählt und als mittlerer Fehler einer Entfernung von 1000 m 30 m = 3% angegeben. Allgemein bestimmt sich der Distanzfehler  $F_D$ , wenn  $b$  die Basis und  $f_{a'}$  der Fehler in der Messung des parallaktischen Winkels bedeutet, aus der Gleichung:  $F_D = \pm \frac{D^2 \cdot f_{a'}}{b \cdot 206265}$ , oder in Procenten  $p = \pm \frac{D \cdot f_{a'}}{b \cdot 2063}$ ; die Fehler sind also dem

Quadrat der Entfernungen proportional. Benutzt man die obige zahlenmässige Angabe, so stellt sich der procentische Fehler auf 0,003  $D$ , während er bei dem Distanzmesser von Roszkiewicz bei 1,5 m Basislänge nur 0,00077  $D$  beträgt.

Die Schwierigkeit, die allen Distanzmessern mit der Basis am Instrument anhaftet, besteht eben darin, dass letztere nicht gross genug gewählt werden kann, um kleinere parallaktische Winkel, also grössere Entfernungen, mit der erforderlichen Genauigkeit zu bestimmen. Le Cyre hat deshalb auch einen Distanzmesser mit 6 m langer Basis hergestellt, mit welchem die französische Marine-Artillerie in diesem Jahre mehrfache, jedoch noch nicht veröffentlichte Versuche angestellt hat. B.

## Für die Werkstatt.

**Ueber die Eigenschaften einiger Bronzelegirungen.** Engineering, Vol. XXXI. No 796. S. 339.

Der American Society of Civil Engineers wurde im Anfang dieses Jahres von Prof. R. H. Thurston Mittheilung über eine neue Bronzelegirung (Kupfer, Zinn und Zink) gemacht, welche eine aussergewöhnliche Festigkeit besitzt.

Versuche, welche zur Ermittlung der festesten Bronzelegirung im mechanischen Laboratorium von Stevens' technologischem Institut an 36 verschiednen zusammengesetzten Legirungen, deren Procentgehalt hinsichtlich des Kupfers und Zinns von 10 bis 80, hinsichtlich des Zinks von 10 bis 70 variierte, angestellt wurden, führten auf eine Composition von 55 Th. Kupfer, 43 Th. Zink und 2 Th. Zinn, welche sehr feinkörnig und im hohen Grade politurfähig war und bei schöner Farbe beträchtliche Härte und Streckbarkeit besass, während sie bei sorgsamer Erleichterung geschmiedet werden konnte.

Für Zwecke, bei denen Dichte und Festigkeit gleichzeitig verlangt wurden, erwies sich eine weniger zinnhaltige Legirung (55 Kupfer, 44,5 Zink und 0,5 Zinn) geeigneter. Die Zugfestigkeit dieser Bronze beträgt, in metrisches Maass umgerechnet, 4840 kg pro qcm, bezogen auf die ursprüngliche Fläche, und beim Bruch 6480 kg; dabei streckte sie sich um 47 bis 51%, während der Querschnitt auf 69 bis 71% des ursprünglichen Durchmesser verringert wurde. Die durch Bearbeiten der Legirung mit dem Drehstuhl erzeugten Lockenspäähne zeigten sich ebenso dicht und fest wie die von gutem Eisen herrührenden.

Eine ähnliche Bronze ist bereits vor mehreren Jahren von Tobin hergestellt, deren Zusammensetzung zu 58,22 Kupfer, 39,48 Zink und 2,3 Zinn angegeben wird. Die Zugfestigkeit derselben pro qcm beträgt im gegossenen Zustande 4680 kg; sie steigt indessen beim heissen Auswalzen der Legirung auf 5550 kg und bei sorgfältigem kalten Auswalzen auf 7310 kg. Diese Legirung ist ausserdem bei schwacher Rothgluth schmiedbar und kann, ohne zu brechen, zweimal gebogen werden, weshalb sie sich besonders zur Herstellung von Bolzen und Nieten eignet.

B.

**Ueber die Herstellung parabolischer Spiegel.** Techniker, IV. Jahrg. No 1. S. 5.

Der Amerikaner Catchinoff wendet neuerdings zur Herstellung reflectirender parabolischer Spiegel eine Methode an, die im Princip darauf beruht, dass die Oberfläche einer sich um eine verticale Axe drehenden Flüssigkeit die Form eines Paraboloides annimmt. Wird eine solche Flüssigkeit fest, so entsteht ein starres Paraboloid. Zur Herstellung des Spiegels wird nun eine bestimmte Quantität Gyps oder Mastix in ein mit möglichster Regelmässigkeit sich um seine verticale Axe drehendes halbkugelförmiges Gefäss gegossen und die Stärke der Breischicht durch einen in geeigneter Höhe befindlichen, das Ueberlaufen verhindernden Ring bestimmt. Nach etwa einer Stunde erhärtet die Flüssigkeit ohne sonderlich zu schwinden und liefert eine parabolische Schale, die entweder durch Elektroplattirung mit Nickelsilber oder Eisen mit einem weissen, schwer oxydirbarem Ueberzug bedeckt und reflectirbar gemacht wird.

Da die Drehung des Gefässes möglichst gleichmässig erfolgen muss, wendet man als Motor statt der Dampfmaschine besser eine kleine Gramme'sche oder Siemens'sche dynamo-elektrische Maschine an.

B.

**Herstellung von Magneten.** Techniker, III. Jahrg. No 24. S. 279.

Trouvé in Paris stellt Stabmagnete her, die, aus bestem Stahl bestehend, nach dem Anlassen in entgegengesetzter Lage in zwei Solenoide gebracht werden, während der magnetische Umgang mittels zweier die Pole als Anker verbindenden Platten aus weichem Eisen erfolgt. Die Tragkraft solcher Stabmagnete kann unter Umständen bis zum 12 bis 14 fachen Eigengewicht der Stäbe gesteigert werden. Magnete in Hufeisenform sollen, in dieser Weise magnetisirt, die vierfache Tragfähigkeit von Stabmagneten besitzen.

B.

**Zur Befestigung glattflächiger Körper und Metalle an einander** wendet Claus in Danzig folgenden patentirten Kitt an. Man rührt 40 g Stärke und 320 g Schlemmkreide mit 2 l kaltem Wasser an und fügt unter beständigem Rühren 250 ccm aufgelöstes, gut gereinigtes 20 grädiges Natronhydrat hinzu.

B.

— Nachdruck verboten. —

## Namen- und Sach-Register.

- Abbe, Stereoskop. Binocular 133.  
 Absorptions-Apparate, Stativ z. Tragen der, Schober 169.  
 Abweichungskreise, e. Fernrohrobjectiv, Vogel 70.  
 Aequatorial, Todd 169.  
 Analytische Waagen, Markl 68.  
 Aneroide, Kröber 376.  
 Aräometrische Milchuntersuchung, Soxhlet 208. Aräom. Ablesungen, A. Mayer 274.  
 Arretirungsvorrichtungen, an Waagen, Sartorius 125.  
 Arsonval, A. d'. Wärmeregulator n. Calorimeter 90. Thermo-regulator f. hohe Temp. 135.  
 Asbestpfropfen, White 310.  
 Aspirator, Lux 69.  
 Astronomisches Doppelfernrohr, Goltzsch. Schmidt & Haensch 105, 245.  
 August, Skiostat 164.  
 Ausdehnung eines Zinkstabes, Comstock 346.  
 Ausstellung, Bericht über d. Berl. Gewerbe-A. 65, 95, 126.  
 Elektr. A in Paris. Levy. 302, 404. A. f. Hygiene 305.  
 Automatische Registrirwaage, Steckrath 345.  
**B**akhuyzen, v. d. Sande-, Ausdehn. v. Nivellirlatten 277.  
 Bamberg, Prismenkrenz 35.  
 Universaltransit, Zeitbülle 66.  
 Libellen 67. Magnet. Instrum. Compass. Lothmaschine 95.  
 Magnet. Theodolith 207. App. zur Herstellung v. Mikrometerschrauben 404.  
**Barometer**, Normal-B. Fuess. Wild 1. Glycerin-B. Jordan 69. Gefäßheber-B. Wild. Fuess 96. Normal-B. in Pul-kowa. Hasselberg 111. Temperaturregulator am B. Herbeck 209. Waage-B. Schreiber 257, 288, 333.  
**Basisapparate**, Ibañez'scher B. Koppe. Westphal. 173. Reitz'scher B. 347.  
**Batterie**, Galvan. B. Uelsmann 93. Tragb. B. f. medicin. Zwecke 168, 276. Secundär-B. Faure. Naudet 240. Verbesserungen an B. Lindo 311.  
 Baumann, Mikrometerschrauben 52.  
 Becker, Untersuch. v. Mikrometerschrauben 255.  
 Becquerel, Polarisationsbeue 345, 408.  
 Beleuchtung v. Mikrometer-Einricht., Foerster 7, 119.  
 Bell, Photophon 33.  
 Belohoubek, App. f. fractionirte Destill. 377.  
 Benjamin, Darmsaiten f. Hautschwingnräder 211.  
 Berghaus, Gewindekluppen 38.  
 Bergreen, Hähne 101.  
 Bertin, Turmalinzange 210.  
 Bertram, Physik. Unterrichtsapp. 97.  
 Bessel, Unters. v. Mikrometerschrauben 150.  
 Bessel-Hagen, Quecksilberluftpumpe 170.  
 Biederman, Blitzableiter 307.  
 Biocular, stereoskop. Abbe 133.  
 Blutdot, Selen 71.  
 Blitzableiter, Biederman 307.  
 Blix, Ophthalmometer 381.  
 Bohm, Wollmesser 126.  
 Boudet, Mikrophon 375.  
 Boys, Integrationsmaschine 242.  
 Brennpunkte e. Fernrohrobjectiv, Vogel 70.  
 Brennuweite von Linsen. Kerber 67.  
 Brillengläser, Nummerir. v. Nagel 161.  
 Bronzelegirung, Thurston 412.  
 Bronzierung, künstl. auf Messing 136.  
 Brünow, Unters. v. Mikrometerschrauben 233.  
 Bruun, Protuberanzenspektroskop 281.  
 Burkhardt, Rechenmaschinen 68.  
 Burton, Ghost-Mikrometer 99.  
 Bush, Körnen v. Messingtheilen 136.  
 Bussolen, Verbess. an, Pfandler, Miller 274.  
 Butzke, Spirituslöthlampen 39.  
**Caliberprüfer**, Pensky 81.  
 Calorimeter, D'Arsonval 90.  
 Caminada, Nivellirlatten 280.  
 Carsteus, Flüssigkeitscompass 345.  
 Catchiuff, parabol. Spiegel 412.  
 Centrirung v. Messinstr. Geyer 304.  
 Chandler, Chronodeik 130.  
 Chroudeik, Chandler 130.  
 Comparator f. Nivellirlatten, Jordan, Sackler 41.  
 Transversal-C. Pensky 158.  
 Compass, Thomson, Bamberg 95. Flüssigkeits-C. Carsteus 346.  
 Compressionspumpe, Stückrath 404.  
 Comstock, Andehnungsbestimm. 346.  
 Congress d. Elektriker 373.

- Coradi, Polarplanimeter 63. 309.  
 Cornu, Wellenlängen 410.  
 Coulomb, Torsionselasticität 76.  
 Crova, Projection e. Bildes 210.  
 Lisajons'sche Curven 275. 307.  
 Photometrie 375.  
 Cyre, Telemeter 411.
- Darmsaiten f. Handschwung-**  
 räder. Benjamin 311.  
 Davidsohn, Mikrometerschrauben 14.  
 Decher, Prismenkrenz 155. Distanztransporteur 237.  
 Deckglas f. Mikroskope. Habne & Schott 235.  
 Declinometer, (Declinograph). Fuess 65. Knorre 213. Wanschaff 218.  
 Delvaux, Nickel- u. Kobaltoxyd 276.  
 Densimeter, optisches. Hilgard 206.  
 Devioskop, Sire 409.  
 Dichroskopische Lupe. V. v. Lang 131.  
 Dioptrisches Mikrometer, Werner. Moser. 137.  
 Distanztransporteur, Decher 237.  
 Distanzmesser, magnet-elekt. Siemens & Halske 129.  
 Dittmar, Waage d. Chemikers 313.  
 Dörrfel, Doppelspektroskop 128. Paquelin'sche Löthlampe 404.  
 Döring, Löhrohr 348.  
 Donders, Spectroskop 131.  
 Doppelfernrohr, astronom. Goltzsch. Schmidt & Haensch 105. 245.  
 Doppelspektroskop, Dörrfel 128.  
 Doppelspath 212.  
 Doppelwinkelspiegel, M. Schmidt 35.  
 Douglas, Schreiben d. Zinns 275.  
 Dreher, Phosphorescenz 343.  
 Dubois, Opt. Element 379.  
 Dunér, Unters. v. Mikrometerschrauben 234.
- Edelmann, Pnenmatometer** 209.  
 Einschlussthermometer, Fuess 95.  
 Elektriker, Congress der, 373.  
 Elektrische Kraftübertragung 345.  
 Elektrodynamometer, Siemens & Halske 99.  
 Element. Neues galv. E. Reynier 37. Constantes E. Reynier 207. Galv. E. Maiche 211. Fein's Braunstein E. Merling 273. Elfenbein, Kitten von, 276.  
 Emaillé, Feix 102. 212.  
 Emailirkunst, Newjean 211.
- Embryograph, Hartnack, His. 284.  
 Endmaassstäbe, Reichel 95.  
 Engelmann, Unters. v. Mikrometerschrauben 402.  
 Entfernungsmesser, Präsker 37. Klinkerfuess 308.  
 Ernecke, Unterrichtapp. 97. Skiostat 164.  
 ertel & Sohn, Universalinstr. 378.
- Fachunterricht** 102. 166.  
 Farbensinn, Spectroskop z. Unters. des. Donders 131.  
 Faure, Secundär-Batterie 240. Federharo- u. Manometer, Temperaturregulator für, 209.  
 Feilen, 71.  
 Fein, Tragbare Batterie f. medicin. Zwecke 168. 276; Braunstein-Elem. 273.  
 Feix, Befest. v. Glas oder Emaille auf Metall 102.  
 Fernrohr, astr. Doppel-Goltzsch. Schmidt & Haensch 105. 245.  
 Fernrohrobjective, Vogel 70. Fixator, Ketteler 269.  
 Fleitmann, Metallmischungen 312.  
 Flürsheim, App. z. Erzeugung hoher Wärme 172.  
 Flüssigkeitsprisma, f. Spectralapp. Wernicke. Schmidt & Haensch 353.  
 Fluorescenz, Lamansky 98.  
 Flusssäure-Wunden, Behandlung von, 380.  
 Foerster, Beleucht. v. Mikrometer-Einrichtungen. 7. 119. Unters. v. Mikrometerschrauben 250.  
 Fractionirte Destillation, App. für, Hempel, Belohoubek 377.  
 Fuchs, Interferenzspectrometer 326. Spectrophotometer 349. Geradsicht. Prisma 352.  
 Fuess, Normalbarometer 1. Declinometer 65. Einschlusstherm. Therm.-Gehäuse, Gefäßheberbarometer 96. Registrirapp. 97. Reflexionsgoniometer 127. Declinograph 213. Ausdehn. d. Hartgummi 390.  
 Fnnkeninductor, Kleemann 267.
- Gasbrenner, Universal-, Geb-**  
 Gasbahn, Habermann 208. hardt 403.  
 Gebhardt, Universal-Gasbrenner 403.  
 Gefäßheberbarometer, Wild. Fuess 96.  
 Geissler, Schmieröle 38.  
 Gerke, Horizontalstell. v. Messinstr. 211. Centr. 304.
- Gewichte, speciße. Grunmach 342.  
 Gewindekluppen, Berghaus 38.  
 Geyer, Horizontalstell. v. Messinstr. 211. Centr. 304.  
 Ghost-Mikrometer. Burton, Grubb 99.  
 Giessé, Mischfarben 128.  
 Glan, Ophthalmospectroskop 128. Glas, Befest. auf Metall 39. 102; Umgießen von Glas mit Zinn, Kieck 124; genaue Löcher in G. zu machen, Richter 243.  
 Glycerinbarometer, Jordan 69.  
 Gold wiederzugewinnen aus gebrauchten Vergoldungsbädern. Hiehle 101.  
 Goldfirnis, 172.  
 Goltzsch, Astronom. Doppelfernrohr 105. 245.  
 Govi, Secundenpendel 35.  
 Grubb, Ghost-Mikrometer 99.  
 Gruey, Const. d. Sextanten 310.  
 Grunmach, Specif. Gewichte 342.  
 Guttapercha, Kieck 64.  
 Gyldeñ, Elektr. Pendeluhr 117.
- Habermann, Gasbahn** 208.  
 Haensch, s. Schmidt & Haensch. Habne & Schott, Deckglas für Mikroskope 235.  
 Halbschatten-Saccharimeter, Schmidt & Haensch 127.  
 Hallier, Unterrichtsmittel f. botan. Vorlesungen 393.  
 Hansse, Selbstcentr. Spannfutter 72.  
 Hart, Schwefelwasserstoff 71.  
 Hartgummi, Ausdehn. des. Fuess, Thiesen 390.  
 Hartmann, Scalenfernrohr 340.  
 Hartnack, Embryograph 284.  
 Hartwig, Unters. v. Schrauben 399.  
 Hasselberg, Normalbarometer 111.  
 Heliotrop, Reitz 338.  
 Helmholtz, Mischfarben 128.  
 Hempel, App. f. fractionirte Destill. 377.  
 Herbeck, Temperaturregulator 209.  
 Hess, Selbstcentr. Körner 348.  
 Hilgard, Densimeter 206.  
 Hipp, Elektr. Uhren 132.  
 Hohagen Spannfutter 39.  
 Hohwü, Pendeluhr 192.  
 Hooke, Wägnngen 184.  
 Horizontalstellung v. Messinstr. Geyer 211.  
 Huygens, Briefwechsel mit Papin. Gerlad 343.
- Jahan, Silber zu oxyd.** 136.  
 Jarolimek, Stahlschnurtrieb 38.  
 Jessen, Fachunterricht 166.

- Jordan, Glycerinbarometer **69**.  
 Jordan, W. Nivellirattencomparator **41**.  
 Integrationsmaschine, Boys **242**.  
 Interferenzgitter, Vogel, Nobert, Rutherford, Wanschaff **49**.  
 Interferenzspectrometer, Fuchs **326**.
- Kaiser**, Unters. v. Mikrometerschrauben **230**.  
 Kegelschnittzeichner, Universal-, Oldenburger **238**.  
 Keilcompensation an Polarisations-App., Schmidt & Haensch **171**.  
 Kerber, Brenn. v. Linsen **67**.  
 Kettler, Fixator **269**.  
 Kick, Gnttapercha **61**; **307**; Umgiessen v. Glas u. Porzellan mit Zinn **124**.  
 Kippgel, Sprenger **34**.  
 Kirchhoff, Pleuelstange **101**.  
 Kitt **244**.  
 Kitten v. Elfenbein **276**.  
 Kleemann, Funkeninductor **267**.  
 Klinkerfuess, Entfernungsmesser **308**; Wetteranzeiger **310**.  
 Knie, Quetschbahn **101**.  
 Knorre, Declinograph **213**.  
 Knudsen, Pincenez **93**.  
 Körner v. Messingtheilen, Bush **136**.  
 Körner, selbstcentr. Hess **348**.  
 Konkoly, Universalspektroskop **273**.  
 Koppe, A. Löthrohr **380**.  
 Koppe, C. Basisapparat **173**.  
 Kraftübertragung, elektr. **345**.  
 Krebs, Vorlesungsversuche **408**.  
 Kreistheilungsuntersucher, Wanschaff **67**.  
 Kröber, Aneroide **376**.  
 Kronecker, Graph. Method. d. Physiol. **26**; Telegr. Kymometer **28**.  
 Kress, Photometrie **410**.  
 Krüger, Pendeluhren **190**; Unters. v. Mikrometerschrauben **229**.  
 Krystalle, Bestimm. v. Const. der, Lasanlx, Vetter **236**.  
 Kunstsandstein, Michaelis **380**.  
 Kupfer, Stahlgrau auf **276**.  
 Kymometer, telegr. Kronecker **28**.
- Laboratoriums-App.**, chemische. Mnencke **97**.  
 Lack, elastischer. Marquardt **276**.  
 Lagercomposition, Lierckfeld **71**.  
 Lamansky, Floresceuz **98**.
- Lang, V. v. dichroskop. Lupe **131**.  
 Larroque, Beob. v. Sternschnuppen **408**.  
 Lasaulx, Bestimm. d. Const. von Krystallen **236**.  
 Legebrett, Reichel **64** **67**.  
 Leibnitz, Briefw. mit Papin. Gerland **343**.  
 Leitungen, isolirte, Siemens & Halske **102**.  
 Levy, Elektr. Anstellung in Paris **302** **404**.  
 Libellen, Reichel, Bamberg **67**.  
 Lierckfeld, Lagercomposition **71**.  
 Lindhagen, Elektr. Pendeluhr **117**.  
 Lindner, Schwarzbeize **71**.  
 Lindo, Verbes. an Batterien **311**.  
 Linsen, Brenn. v. Kerber **67**.  
 Lippich, Lichtstärke d. Spectralapp. **168**.  
 Lissajous'sche Curven. Crova **275** **307**.  
 Löthlampe, Paqnelin'sche **404**.  
 Löthrohr, Döring **348**; Koppe **380**.  
 Löwenherz, Wissenschaft Instr. d. Berl. Gewerbe-Ausst. **65** **95** **126**.  
 Wägungen **184**.  
 Lohse, Rotirender Spectralapp. **22**.  
 Lommel, Stroboskop. Erscheinungen **274**.  
 Lorber, Transporteur **410**.  
 Lothmaschine, Thomson, Bamberg **95**.  
 Lupe, dichroskop. V. v. Lang **131**.  
 Lupenstativ, Zeiss **393**.  
 Lux, Aspirator **69**.
- Markl**, Analyt. Waagen **68**.  
 Magnete, Tronvé **412**.  
 Magnetische Instrum. Bamberg **95**; M. Theodolit. Bamberg **207**.  
 Maiche, Galv. Element **211**.  
**Manometer**. Normal-M. Fuess. Wild L. M. für hohen Druck, Thiesen **114**.  
 Waage-M. Schreiber **257** **288** **333**.  
 Marquardt, Lack **276**.  
 Mayer, A. Aräometr. Ablesung **274**.  
 Mayer, J. Polirfähige Ueberzüge **244**.  
 Meissner, Repetitionstheodolit, Nivellirinstr. **67**.  
 Melde, Torsionselasticität **76**.  
 Merling, Brannstein-Element **273**.  
 Messing zu bronziern **126**.  
 Schwarzbeizen von M. **172**.  
 Stahlgrau auf M. **276**.  
 Ornamentiren von M. **312**.  
 Metallbarometer, nenes, Müller **266**.
- Metallmischungen**, Roberts, Fleitmann, Nyst **312**.  
 Meyer, L. Verdampfung ohne Schmelzung **378**.  
 Meyer, M. Mikrophon **167**.  
 Michaelis, Kunstsandstein **380**.  
**Mikrometer**. Belenchtung von M.-Einricht. Foerster **7** **119**.  
 Diopt. M. Werner, Moser **137**.  
 Ghost-M. Barton, Grubb **99**.  
 Registrirvorricht. an M. Vogel **301**.  
**Mikrometerschrauben**. Ursache der Fehler von M. Reichel, Davidsohn **14**.  
 Müller **18**.  
 Regulir. d. Patronen. Reichel **61**.  
 Baumann **62**.  
 Neuerzeugung von vorgeschrieb. Steigungen. Reichel **73**.  
 Untersuch. d. Fehler von M. Westphal **149** **229** **250** **397**.  
 Bessel **150**.  
 Peters **154**.  
 Pape **155**.  
 Krüger **229**.  
 Winnecke **229**.  
 Kaiser **230**.  
 Brinnow **233**.  
 Düner **234**.  
 Förster **250**.  
 Müller **250** **401**.  
 Becker **255**.  
 App. z. Herstell. fehlerfreier M., Bamberg **404**.  
 Mikrophon im astron. Zeitdienst. Meyer **167**.  
 Boudet **376**.  
**Mikroskope**. Präparatentisch für M. Schmidt & Haensch **130**.  
 Neuer. a. M. Wächter **171**.  
 Neues M. Müller **210**.  
 Deckglas f. M. Hahné & Schott **235**.  
 Photochem. M. Tschireh, Pringsheim, Schmidt & Haensch **330**.  
 Polarispectro-M. Rollett, Schmidt & Haensch **366**.  
 Triebwerk für M. Ulmer **379**.  
 Milchuntersuchung, aräomet. Soxhlet **208**.  
 Miller, Mikrometerschrauben **18**.  
 Nenes Mikroskop **210**.  
 Verbes. a. Bussolen **274**.  
 Möller, Metallbarometer **266**.  
 Moser, Diopt. Mikrometer **137**.  
 Müller, Untersuch. v. Mikrometerschrauben **250** **401**.  
 Mnencke, Chem. Laboratoriums-App. **97**.  
 Mnncke, Wägungen **185**.
- Nagel**, Nummerir. v. Brillengläsern **161**.  
 Newjean, Emailirkunst **211**.  
 Newton'sche Ringe. Sohne **55**.  
 Nandet, Secundär-Batterie **240**.  
 Nickel, Walzbares N. **172**.  
 Vernickelung ohne Batterie, Stolba **172**.  
 N.-Plattirung, Kaiser **244**.  
 Nickeloxyd, Delvaux **276**.  
 Nies, Volumänderung d. Metalle b. Schmelzen **308**.  
 Nivellirinstrumente, Meissner **67**.  
 Nivellirplatten, Comparator u. Theilmachine für N. Jordan

41. Längenänderung hölzerner N. Bakhuyzen, Caminada 280.  
 Nobert, Interferenzgitter 49.  
 Normal-Baro- u. Manometer, Fuess, Wild 1. Hasselberg 111.  
 Nyst, Metallmischungen 312.
- O**berlerchner, Profilanahme-Zirkel 347.  
 Ocularspectroskop, Zöllner 48.  
 Oertling, Waagen 316.  
 Oldenburger, Universal-Kegelschnittzeichner 238, 374. Universalschwindmaassstab 305.  
 Ollaud, Compens. v. Pendeluhren 196.  
 Onfermann, Schraubstock 39.  
 Ophthalmometer, Blix 381.  
 Ophthalmospectroskop, Glan 128.  
 Optisches Experiment, Dubois 379.  
 Ornamentiren v. Messingplatten, 312.  
 Ott & Coradi, Polarplanimeter 63.  
 Oudemans, Compens. v. Pendeluhren.
- P**ape, Untersuch. v. Mikrometer-schrauben 155.  
 Papin, Briefw. mit Leibniz u. Huygens, Gerland 343.  
 Paquelin'sche Löthlampe 404.  
**P**endel, Länge des Secunden-P. Govi 35. Compensat. e. Secunden-P. Oudemans, Krüger 190. Olland 196. Methode d. Coincidenzbestimm. b. Pendelmess. Vogel, Gruber 240.  
**P**endeluhren, Elektrische P. d. Stockholmer Sternw. Gylden, Lindhagen. Theorell, Schweder 117. Einwirkung d. Luftdrucks auf P. Saint-Loup 311.  
 Pensky, Comb. Phonograph- u. Phonautographen-Trommel 64. Graph. Caliberprüfer 81. Veränderlichk. v. Quecksilberthermom. 93. Transversal-Comparator 158.  
 Peters, Unters. v. Mikrometer-schrauben 154.  
 Pfandler, Verbes. an Busso-len 274.  
 Phonographen- u. Phonautographen-Trommel, Pensky 64.  
 Phosphorescirende Oberflächen 91. Dreher 343.  
 Photometrie, Crova 375. Kruss 410.  
 Photophon, Bell, Teinter 33. Zenker 34.  
 Pincenez, Knudsen 93.
- Pleuelstange, elast. f. Tretvorricht. Kirchhoff 101.  
 Pneumatische Signalapparate, Scholtz 58.  
 Pneumatometer, Edelmann 209.  
**P**olarisations-Apparate, Halbschatten-Saccharimeter. Schmidt & Haensch 127; Keilcompensation an Polarisationsinstr. Dieselben 171; Polarispectromikroskop, Rollett, Schmidt & Haensch 366.  
 Polarisationsebene, Bequerrel 345, 408.  
 Polarplanimeter, Ott & Coradi 63. Hohmann, Coradi 309.  
 Porzellan, Umgossen v. P. mit Zinn. Kick 124. Genaue Löcher in P. zu machen. Richter 243.  
 Präcisionswaagen, Arretirungsvorricht. an, Sartorius 125.  
 Präparatentisch f. Mikroskope. Schmidt & Haensch 130.  
 Pringsheim, Photochem. Mikroskop 330.  
 Prisma, geradsichtiges. Fuchs 352.  
 Prismenkreuz, Bamberg 35. Decher, Reinfelder & Hertel 165.  
 Profilanahme-Zirkel, Oberlerchner 347.  
 Projection e. Bildes. Crova 210.  
 Protuberanzenspectroskop, Brunn 281.  
 Prüsker, Entfernungsmesser 37.
- Q**uecksilberluftpumpe, Töpfer'sche, Bessel-Hagen 170.  
 Quecksilberthermometer, Veränderlichk. v. Pensky, Wiebe 93.  
 Quetschhahn, Knies 101.
- R**echenmaschinen, Burkhardt 68.  
 Reflexionsgoniometer, Fuess 127.  
 Registrirapparat, Sprung, Fuess 97. R. mit Typendruck, Repsold 282. R. f. Temperat. u. Feuchtigk. d. Luft, Sprung 357. R. f. Mikrometer, Vogel 391.  
 Registrirwaage, automatische. Stückrath 375.  
 Reichel, Ursache der Fehler v. Mikrometerschrauben 14. Regulirung d. Patronen 51.  
 Schrauben v. bestimmt vorgeschriebener Steigung 73. Legebrett, Libellen 67. Endmaassstäbe 95.  
 Reinert, Thermometergehäuse 96.  
 Reinigen vergoldeter Gegenstände 72. R. v. Mattgold 243.
- Reinfelder & Hertel, Prismenkreuz 165.  
 Reitz, Heliotrop 338. Basis-App. 347.  
 Repetitions-Theodolit. Meissner, Sprenger 67.  
 Repsold, Registrirapp. 282.  
 Reynier, Galv. Element 37. Const. Elem. 207.  
 Richter, Genaue Löcher in Glas u. Porzellan 243.  
 Ringe, Newton'sche. Sohnke 55.  
 Ritchie, Wägungen 184.  
 Roberts, Metallmischungen 312.  
 Rollett, Polarispectromikroskop, Spectromocular 366.  
 Rood, Sprengel'sche Pumpe 378.  
 Rosten d. Eisens od. Stahls, Mittel gegen 72.  
 Rotirender Spectralapp. Lohse 22.  
 Rutherford, Interferenzgitter 49.
- S**aint-Loup, Pendeluhren 311.  
 Sandstrahl-App. 380.  
 Sartorius, Waagen 125. Wägungen 187.  
 Scalenferrohr, Hartmann 340.  
 Schlauchleitungen, Umschalter für 125.  
 Schleifsteine, künstl. Thümer & Schüttger 348.  
 Schmelzverbindungen, Schott 94.  
 Schmidt, F. A. Schwungräder 212.  
 Schmidt & Haensch, Rotir Spectralapp. 22. Astron. Doppel-Fernrohr 105, 245. Halbschatten-Saccharimeter 127. Präparatentisch f. Mikroskope 130. Keilcompens. a. Polarisationsinstr. 171. Photochem. Mikroskop 330. Polarispectromikroskop 366.  
 Schmidt, M. Doppelwinkel-spiegel 35.  
 Schmieröle, Geissler 38.  
 Schneidenbefestigung, neue. Schwirkus 87, Stückrath 88.  
 Schober, Stativ f. Absorptions-App. 169.  
 Scholtz, Pneum. Signalapp. 58.  
 Schonner, Zirkelkopf 37.  
 Schraubstock, Onfermann 39.  
 Schott, Schmelzverbindungen 94.  
 Schreiber, Waagemanometer 257, 288, 333.  
 Schwarzbeizen, Lindner 71. S. v. Messing 172.  
 Schweder, Elektr. Uhr 117.  
 Schwefelwasserstoff-App. Hart 271.  
 Schwirkus, Wägungen, Waagen u. Gewichte 84, 124. Neue Schneidenbefest. 87.



- Schwungräder, F. A. Schmidt 212.
- Sekundär-Batterie, Faure, Naudet 240.
- Selen, Blandlot 71.
- Sextant, Constant, d. Gruey 310.
- Siemens & Halske, Elektrodynamom. 99; Isol. Leitungen 102; Wasserstandszeiger, Di- stanzmesser 129.
- Signalapparate, pneumatische. Scholtz 68.
- Silber zu oxydiren, Jahau 136.
- Siliciumeisen in galv. Batt., Uelsmann 98. Verwend. v. S. 212.
- Sire, Devioskop 409.
- Skiostat, August, Ernecke 164.
- Sohnke, Newtonsche Ringe 55.
- Sohlet, Aräometr. Milchunter- such. 218.
- Spannfutter, Hohagen 39.
- Selbstcentrir. S. Hanse 72.
- Spezifische Gewichte, Grün- mach 342.
- Spectralapparate.** Mess. v. Spectrallinien lichtschw. Spectren. Vogel 20. Rotir- end. S. Lohse, Schmidt & Haensch 22. Spectroskop z. Beob. lichtschw. Nebel- flecke u. Kometen, Vogel 47. Ocular-Spectroskop Zöllner 48. Anwend. v. Interferenzgittern f. S. Vogel 49. Spectralphotom. Unter- such. 98. Spectroskop z. Bestimm. d. Farbensinus Donders 131. Lichtstärke der S. Lippich 168. Spectro- skop m. gerader Durchsicht Zenger 263. Universal spectro- skop Konkoly 273. Pro- tuberanzspectroskop Brunn 281. Interferenzspec- trometer, Spectrophoto- meter, Geradsicht, Prisma Fuchs 326, 349, 352. Flüssig- keitsprisma f. S. Wernicke 353. Polarispectromikro- skop, Spectromocular Rol- lett, Schmidt & Haensch 366.
- Spiegel, parabol., Catchinoff 412.
- Spirituslöthlampen, Butzke 39.
- Sprechsaal, Fachschulen 40, 102.
- Sprengel'sche Pumpe, Rood 378.
- Sprenger, Kippregel 34; Repetitionstheodolit 67.
- Sprung, Registrirapp. 97, 357.
- Stahlschnurtrieb, Jarolimek 88.
- Ständer, Waage d. Chemi- kers 316.
- Stereoskop, Binoocular, Abbe 133.
- Sternschnuppen, Beob. von, Larroque 408.
- Stolba, Vernickel. ohne Batt. 172.
- Stroboskop. Erscheinungen Lommel 274.
- Stückrath, Neue Schneiden- befest. 88. Waagen 96. Automat. Registrirwaage 375. Compres- sionspumpe 404.
- Tainter**, Photophon 33.
- Telemeter, Cyre 411.
- Temperaturregulator, an Federmano- u. Barometern. Herbeck 209.
- Theilmaschine u. Comparator f. Nivellirlatten, Jordan, Sickler 41.
- Theodolite. Repetitions-Th. Meissner, Sprenger 67. Magn. Theodol. Bamberg 207.
- Theorell, Elektr. Pendeluhr 117.
- Thermometer.** Einschluss-Th. Fuess 96. Th.-Gehäuse Wild, Fuess, Reinert 96. Demon- strations-Th. Weinhold 219. Veränderl. v. Quecksilber- th. Peusky, Wiebe 93.
- Thermoregulator f. hohe Temp. D'Arsonval 135.
- Thiesen, Manometer f. hohen Druck 114. Ausdehn. d. Hart- gummi 390.
- Thomson, Compass, Lothma- schine 95.
- Thümer & Schüttger, Künstl. Schleifsteine 348.
- Thurston, Bronzelegir. 412.
- Todd, Aequatorale 169.
- Töpler, Quecksilberluftpumpe, Bessel-Hagen 170.
- Tommasi, Ammoniumsälze 100.
- Torsion von Drähten als Wä- gungsmittel, Löwenherz, Rit- chie, Hooke 184. Muncke 185. Kohlrausch 186. Sartorius 187.
- Torsionselasticität, Melde, Coulomb, Wiedemann 76.
- Transporteur, Lorber 410.
- Transversalcomparator, Pinsky 158.
- Triebwerk f. Mikroskope, Ulmer 379.
- Trouvé, Magnete 412.
- Tschirch, Photochem. Mikroskop 330.
- Turmalinzange, Bertin 210.
- Ueberzug**, silberweisser 71.
- Herstell. v. schleif- u. polirfähigen U. Mayer 244.
- Uelsmann, Siliciumeisen in galv. Batt. 98.
- Uhren, elektr. Hipp 132.
- Ulmer, Triebwerk f. Mikroskope 379.
- Umschalter f. Schlauchleitun- gen 125.
- Universal-Gasbrenner, Geb- hardt 403.
- Universalinstrument, Ertel & Sohn 378.
- Universalkegelschnittzei- ner, Oldenburger 238, 374.
- Universalschwindemaass- stab, Oldenburger 305.
- Universalspectroskop, Kon- koly 273.
- Universal-Transit, Bamberg 66.
- Unterrichtsapparate, physik. Bertram, Ernecke 97. U. f. botan. Vorlesungen, Hallier 393.
- Verdampfung ohne Schmel- zung**, Meyer 378.
- Vereinachsrichten, 34, 65, 93, 126, 166, 207, 343, 374, 404.
- Vetter, App. z. Bestimm. d. Const. v. Krystallen 236.
- Vogel II. C. Mess. d. Spectral- linien lichtschw. Spectren 20; Spectroskop z. Beob. lichtschw. Kometen 47; Interferenzgitter 49; Brennpunkte u. Abwei- chungskreise v. Fernrohrobjecti- ven 70; Spectralphotom. Unter- such. 98; Pendelmess. mittels Coincidenzbestimm. 240. Regi- strirvorricht. f. Mikrometer 391.
- Voltmeter, Wurstenberger 241.
- Volumänderung der Metalle beim Schmelzen. Nies, Winkel- mann 308.
- Vorlesungsversuche, Wein- berg 378. Krebs 408.
- Waagen.** Analyt. W. Markl 68; Neue Schneidenbefesti- gung, Schwirkus 87, Stück- rath 88, 96. Arretirungs- vorricht. Sartorius 125; W. d. Chemikers, Dittmar 313. Oertling, Ständer 316.
- Waagemanometer, Schreiber 257, 288, 333.
- Wächter, Mikroskop 171.
- Wägungen.** Einfl. d. menschl. Expirationsluft auf W. Schwirkus 84, 124. W. mittels Torsion v. Drähten, Löwen- herz, Ritchie, Hooke 184. Muncke 185. Kohlrausch 186. Sartorius 187.
- Wärme. App. z. Erzeugung hoher. Flürscheim 172.
- Wärmeregulator, D'Arsonal 90.
- Wärmeschutzmasse 72.
- Wanschaff, Interferenzgitter 49; Kreistheilungsuntersucher 67; Declinograph 218.
- Wasserstandszeiger, Siemens & Halske 129.
- Weinberg, Vorlesungsversuche 378.













