

# Zeitschrift

für den

## Physikalischen und Chemischen Unterricht.

VII. Jahrgang.

Drittes Heft.

Februar 1894.

### Einfache Versuche über strahlende Wärme.

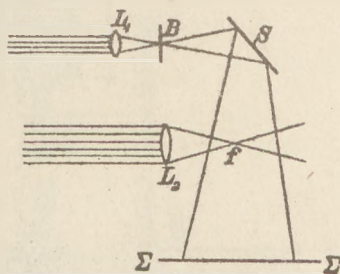
Von  
E. Mach.

1. Wenn man von einer Weinflasche die innen spiegelnde Metallkapsel abzieht und einen Finger ohne Berührung derselben einführt, ist man überrascht durch die starke Wärmeempfindung, welche am Finger erregt wird, obgleich die unmittelbar berührte Kapsel sich als kalt erweist. Der Finger erhält hier seine eigenen Wärmestrahlen grösstentheils zurück und verhält sich nahezu so, als ob er überall von Haut seiner eigenen Temperatur umgeben wäre. Mein Sohn Ludwig, dem ich diesen Versuch zeigte, bemerkte, dass die Erscheinung noch viel auffallender ist, wenn man den blossen Arm in ein grosses cylindrisches innen spiegelndes Metallgefäss einführt. Er hatte die Erscheinung beim Reinigen des Cylinders eines Ottoschen Gasmotors beobachtet.

2. Schon BLACK wusste, dass die Luft diatherman ist, und dass im Brennpunkt eines Hohlspiegels oder einer Sammellinse erst dann Anzeichen von Erwärmung eintreten, wenn man einen festen Körper in denselben einführt.<sup>1)</sup> Welche Anzeichen BLACK meint, ist aus seinen Angaben nicht unmittelbar ersichtlich. Wahrscheinlich vermisste er ohne Einführung eines festen Körpers die mit der Erwärmung verbundenen aufsteigenden Schlierenwölkchen.

Man kann die BLACKSche Bemerkung in die Form eines Schulversuches bringen. Das Sonnenlicht wird durch eine Linse  $L_1$  auf einer Blending  $B$  mit kleiner Öffnung gesammelt. Der von dort ausgehende Lichtkegel fällt auf einen Spiegel  $S$  oder auf ein total reflektierendes Prisma und wird auf den Schirm  $\Sigma\Sigma$  abgelenkt. In dem Lichtkegel liegt zwischen  $S$  und  $\Sigma\Sigma$  der Brennpunkt  $f$  einer von Sonnenlicht erleuchteten grossen Linse  $L_2$ . Obgleich nun in  $f$  intensive Strahlen sich durchkreuzen, sieht man auf dem Schirm  $\Sigma\Sigma$  keine Spur von Schlierenwölkchen, welche auf eine Erwärmung der Luft in  $f$  deuten würden. Diese Schlieren treten aber sofort sehr stark auf, sobald man in  $f$  ein kleines dünnes herusstes Platinblech, an einem dünnen Draht befestigt, anbringt. Noch schöner wird die Erscheinung, wenn man auf  $BS\Sigma\Sigma$  in bekannter Weise<sup>2)</sup> einen vollständigen Schlierenapparat anbringt.

BLACK hat aus der Durchlässigkeit der Luft für Wärmestrahlen die Kälte auf hohen Bergen erklärt.<sup>3)</sup>



<sup>1)</sup> Black, *Vorlesungen über Chemie*. Hamburg 1804. I 131.

<sup>2)</sup> Vgl. Mach, *diese Zeitschr.* II 54.

<sup>3)</sup> A. a. O.

## Apparat zur Demonstration der Ampèreschen Versuche.

Von

Dr. Aug. Raps, Privatdocent der Physik an der Universität Berlin.

Jeder, der sich mit der Demonstration der Ampèreschen Versuche beschäftigt hat, wird die Unannehmlichkeiten erfahren haben, welche die Anwendung

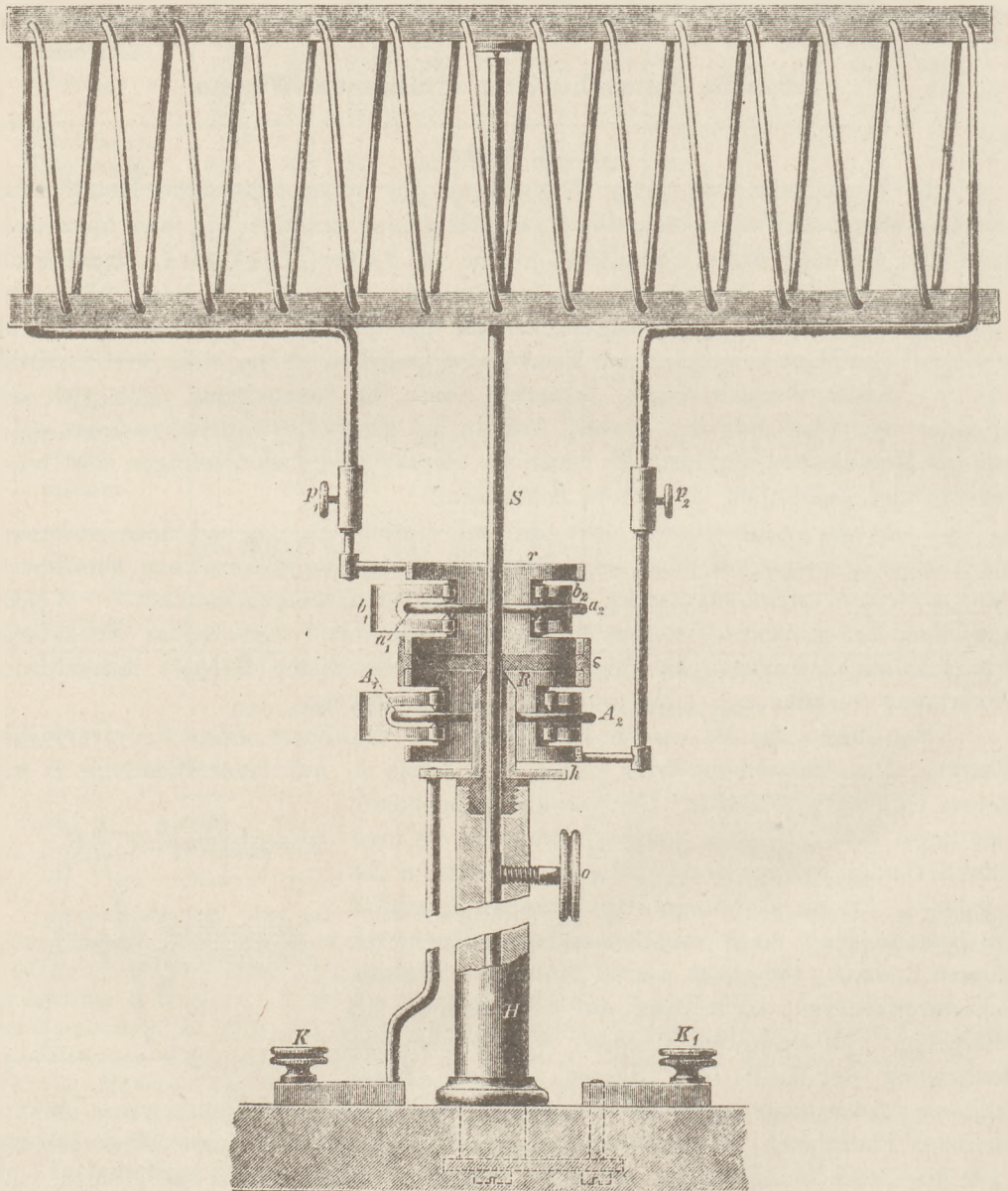


Fig. 1.

von Quecksilber hierbei mit sich bringt. Will man für ausgedehnte Auditorien grössere Apparate und in Folge dessen stärkere Ströme verwenden, so machen sich diese Uebelstände in noch höherem Maasse bemerkbar. Ich stellte mir daher die Frage, ob es nicht möglich sei, Apparate zur Demonstration der Ampèreschen Versuche herzustellen, bei welchen der Gebrauch des Quecksilbers vollständig vermieden ist und fand die im Nachfolgenden beschriebene Anordnung recht brauchbar.



Fig. 1 u. 2 (teilweise durchschnitten) zeigen die Stromzuführung<sup>1)</sup>. Jeder der beiden Kontakte, welche den Strom in die beweglichen Theile hinein- bzw. aus denselben ableiten, besteht aus drei Rollen, welche zwischen Spitzen<sup>2)</sup> laufen und durch sehr elastische Stahlfedern an Contacteylinder angedrückt werden. Die Anordnung der Rollen zeigt Fig. 2 in Oberansicht. Die drei Rollen  $a_1, a_2, a_3$  sind, sehr leicht drehbar, in den Federn  $b_1, b_2, b_3$  gelagert, welche ihrerseits an dem Ringe  $r$  befestigt sind. Durch einen Ring  $\zeta$  aus isolierendem Material (Fig. 1) ist Ring  $r$  mit dem Ringe  $R$  verbunden, welcher ebenfalls drei Rollen  $A_1, A_2, A_3$  mit Federverbindungen trägt. Der Strom tritt nun durch die Klemme  $K$  ein, geht durch die Hülse  $h$ , welche von dem Körper des Halters  $H$  mittels einer Hülse aus Ebonit getrennt ist, in die Rollen  $A_1, A_2, A_3$  und in den Ring  $R$ . Von dort aus durchläuft er den beweglichen Stromleiter beliebiger Form, durchfließt den Ring  $r$ , die Rollen  $a_1, a_2, a_3$  und geht durch die Klemme  $K_1$  zur Stromquelle zurück. Der bewegliche Stromleiter spielt, wie Fig. 1 u. 3 zeigen, mittels einer Nadel auf einem Achathütchen, welches an dem oberen Ende der Stahlstange  $S$  eingelassen ist. Hierdurch wird das ganze Gewicht des beweglichen Leiters getragen. Die Führung in der Verticalaxe am unteren Teile des beweglichen Leiters besorgen die Rollensysteme, welche gleichzeitig den Strom zuführen. Auf diese Weise ist eine so geringe Reibung des beweglichen Leiters erzielt, dass er durch den geringsten Luftzug in Bewegung gesetzt wird. Zu bemerken ist noch, dass der Durchmesser der Rollen gross gewählt werden muss im Vergleich zu den Cylindern, auf welchen sie sich abwälzen.

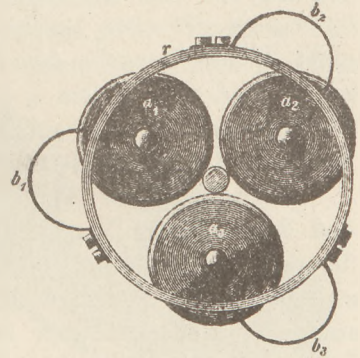


Fig. 2.

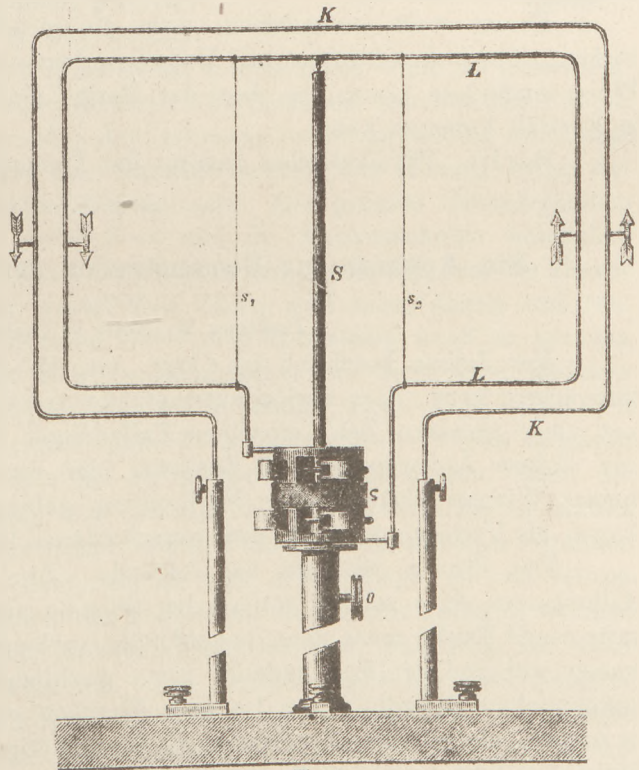


Fig. 3.

Die Dimensionen des ganzen Apparates sind recht gross gewählt, damit derselbe von allen Plätzen eines grossen Auditoriums noch gut sichtbar ist. Wegen ihrer Grösse mussten die beweglichen Teile aus recht leichtem Materiale hergestellt werden, damit ihr Tragheitsmoment nicht allzu gross wurde. Fig. 3 zeigt

1) Die Stromzuführung ist in Fig. 1 der besseren Übersichtlichkeit halber den anderen Theilen gegenüber zu gross gezeichnet.  
2) Wahrscheinlich würde eine Führung in dünnen Zapfen noch besser sein.

die Anordnung des Apparates, welcher die Wirkung zwischen parallelen und gekreuzten Strömen demonstrieren soll. Der Kupferleiter  $K$  ist fest, der Aluminiumleiter  $L$  in der eben beschriebenen Weise drehbar gelagert. Damit das immerhin nicht kleine Gewicht des Rollensystems den dünnen Rahmen nicht deformieren kann, sind zwei Fäden  $s_1, s_2$  zwischen dem oberen und den beiden unteren Horizontaldrähten des beweglichen Leiters ausgespannt. Drehbare Pfeile zeigen die Richtung der die Leiter durchfliessenden Ströme an.

Auch andere Ampèresche Versuche lassen sich mit demselben Apparate und demselben Rollensysteme ausführen. Der bewegliche Leiter kann nach Lösung der beiden Schrauben  $p_1, p_2$  (Fig. 1) herausgenommen und durch einen anderen ersetzt werden. Etwaige Höhendifferenzen werden durch Verschiebung des Stahlstabes  $S$ , welcher durch die Schraube  $o$  festgehalten wird, ausgeglichen. Die Dimensionen des Solenoids (Fig. 1) sind die folgenden: Durchmesser 16 cm, Länge 44 cm, Anzahl der Windungen 75, Durchmesser des Aluminiumdrahtes 1,7 mm. Dieses Solenoid stellt sich bei einer Stromstärke von 6 Ampère sicher in den magnetischen Meridian ein.

Es ist wohl anzunehmen, dass die meisten Apparate, welche Wechselwirkungen zwischen Strömen und Magneten demonstrieren sollen, sich auf ähnliche Weise umändern lassen, so dass der lästige Gebrauch des Quecksilbers hierbei in Fortfall kommen kann.

Berlin, Physikalisches Institut der Universität, Ostern 93.

### Ein Apparat zur Demonstration der Partialentladungen.

Von

Professor W. Holtz in Greifswald.

Vor Jahren beschrieb ich (*Pogg. Ann.* 157 S. 596) einen Apparat, mit dem man zeigen kann, dass der Induktionsfunke und die verzögerte Flaschenentladung aus einer grössern Zahl einzelner Entladungen besteht. Ich möchte denselben mit einigen Änderungen und Zusätzen hier noch einmal besprechen, weil er meines Wissens bisher wenig Verbreitung gefunden hat, obwohl er in meinen Augen als Vorlesungsapparat nach verschiedenen Richtungen sehr zweckmässig ist.

Das Prinzip ist kurz das folgende. Zwei Spitzen sind am Ende eines Halbmessers einer schnell rotierenden Scheibe angebracht. Der zwischen jenen auftretende Funke muss dann bogenförmig verlängert erscheinen, wenn der Halbmesser während der Funkendauer einen merklichen Winkel beschreibt. Bei der gewöhnlichen Entladung von Leydner Flaschen geschieht dies nicht; ihre Dauer ist zu kurz, als dass man der Scheibe die hierzu nötige Geschwindigkeit geben könnte. Wohl aber beim Induktionsfunken ohne weiteres und bei Flaschenentladungen, wenn eine feuchte Schnur in die Leitung geschaltet ist. Die bogenförmige Verlängerung variiert dann mit der Geschwindigkeit, sie kann sich leicht auf den halben und selbst auf den ganzen Umkreis erstrecken. Die Partialentladungen aber erkennt man daran, dass der Lichtstreif nicht homogen ist, sondern abwechselnd helle und dunkle Stellen zeigt. Weitere Einzelheiten sollen später erörtert werden.

Auf einem längern Brett stehen in gleichen Abständen drei gleiche Holzsäulen, von denen die hintere fest, die anderen ohne Drehung verschiebbar und durch unsichtbare Flügelmuttern feststellbar sind (Fig. 1). Die Verschiebbarkeit ist nötig, damit man die Schnüre, welche die in den Köpfen der Säulen laufenden



Wellen mit einander verbinden, nach Bedürfnis anspannen kann. Die Wellen laufen im Innern dicker Messingröhren, die im Holze festsitzen und letzteres um je 12 mm überragen, aber so, dass jene nicht die Röhren selber, sondern nur die an den Enden eingesetzten Metallringe berühren. Soweit die Wellen aus der Messingröhre hervorsehen, sind sie dünner gedreht, damit hier ein Ansatz entsteht, gegen den sich eine runde Messingplatte legt, die mit einer gleich grossen verschraubbaren zur Befestigung der Schnurscheiben dient. Die hintere hat zwei solcher Schnurscheiben, eine von 26 und eine von 8 cm Grösse, die mittlere nur eine von 26 cm Grösse, während am andern Ende eine Kurbel befestigt ist. Damit sich die Welle aber von beiden Seiten drehen lasse, ist an der Schnurscheibe selber noch ein Kurbelgriff angebracht. Die vordere hat auch nur eine Schnurscheibe, während am andern Ende die Scheibe sitzt, auf welcher der Funke erscheinen soll; jene ist  $2\frac{1}{2}$  cm gross, so dass diese Welle bei jedem Umlauf der Kurbelwelle 33 Umdrehungen macht. Alle Scheiben bestehen aus Ebonit; bei der letztgenannten würde dies schon der Isolierung halber notwendig sein, aber es ist auch für alle nötig wegen der Veränderlichkeit des Holzes, wenn der Apparat für längere Zeit brauchbar bleiben soll. Die grossen Schnurscheiben mögen 6—8 mm dick sein, die kleine 3—4 und die Funkenscheibe womöglich nur  $1\frac{1}{2}$  mm dick. Letztere mag dann 18 cm gross sein, während man sie kleiner nehmen müsste, wenn sie dicker wäre. Alle Nuten sind scharfkantig und ränderiert, damit die Schnüre nicht schleifen oder nicht übermässig straff zu spannen sind; für die Ränderierung muss sich der Mechaniker ein besonderes Rädchen machen, da solche für scharfkantige Nuten nicht käuflich sind. Sehr wesentlich ist die Beschaffenheit der Schnüre; man nimmt die kürzeren 3—4 und die längeren  $1\frac{1}{2}$ —2 mm dick und so lang, dass sie fertig gestellt grade passen, wenn die Holzsäulen ihre kleinste Entfernung von einander haben. Bevor man die Enden verbindet, macht man sie zunächst dünner durch Fortschneiden einzelner Strähnen und bestreicht sie mit Wachs, worauf man sie über einanderlegt und mit feinem Zwirn umwickelt, während die Enden des Fadens mit einer Nadel befestigt werden. So bleibt die Schnur überall gleich dick und gleich biegsam, was nötig ist, wenn die Bewegung ohne Stösse verlaufen soll. Die vordere Welle hat noch manches besondere. Sie ist zunächst nur  $3\frac{1}{2}$  mm dick, während die anderen die dreifache Dicke haben; demgemäss sind auch die runden Metallplatten, welche zur Befestigung der Ebonitscheiben dienen, viel kleiner und dünner gemacht. Die Messingröhre, in der sie läuft, steckt ferner nicht direkt im Holze, sondern erst in einer Ebonitröhre, welche 7 mm Wandstärke hat und um ebenso viel aus dem Holze hervorsieht, während die Messingröhre letztere um je 5 mm überragt. Auf diesem Teile sitzt zur Seite der Schnurscheibe ein Ring, in welchen ein Draht gelötet ist, der in horizontaler Ebene rechtwinklig gebogen am freien Ende eine Öse hat. Eine ähnliche Vorrichtung sieht man unterhalb der Welle, nur dass hier in der Messingröhre, die auch von Ebonit umgeben ist, ein dünner Metallstab sitzt, der mit gewisser Reibung verschiebbar zur Seite der Funkenscheibe eine Spitze hat. Auf die Scheibe aber ist ein Staniolring geklebt in einem Kreise, welcher

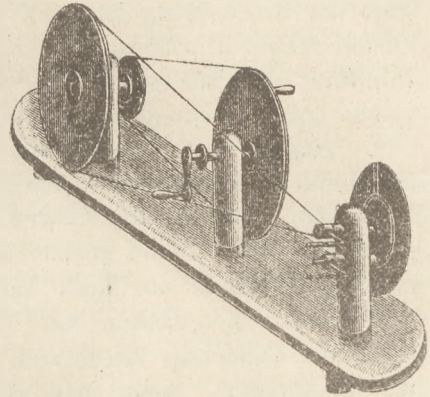


Fig. 1.

von der Spitze bestrichen wird, und ein Streifen, der von diesem über den Rand der Scheibe auf der anderen Seite bis zur Mitte führt. Auf der letztern Seite endlich ziemlich nahe der Peripherie ist dieser Streifen durch einige kreuzweise geführte Schnitte unterbrochen oder auch an beiden Seiten, wenn der Experimentator die Erscheinung zugleich an der andern beobachten will. Ein besonderer Vorteil dieser Einrichtung ist der, dass die eine, in der Figur abgewandte, dem Publikum aber zuzuwendende Seite ganz frei liegt d. h. frei von Zuleitungsdrähten, welche sonst eventuell die Erscheinung verdecken würden.

Ausser 1—2 Leydner Flaschen grösserer Capacität, welche ja wohl überall zur Hand sind, führe ich noch folgende Hilfsapparate an. Zunächst ein Röhrenfläschchen, nämlich eine Glasröhre 9 cm lang und 2 cm weit, die in der Mitte innen und aussen eine gleiche und zwar eine 2—6 cm lange Belegung hat. Am einen Ende steckt ein Kork mit einem Draht, der die innere Belegung berührt und aussen einen Haken hat. Mit solchem Fläschchen (besser sind mehrere von ungleicher Capacität) lassen sich die Erscheinungen auf der Funkenscheibe wesentlich modificieren, wenn man es über den oberen der früher genannten Winkeldrähte hängt, während der untere die äussere Belegung berührt. Jener hat eine Kerbe, und dieser ist etwas eingebogen, damit das Fläschchen sicher und zugleich näherungsweise senkrecht hängt. Elektrisch brauchbare Röhren bezieht man nach meiner Erfahrung am besten aus der Handlung von Warmbrunn, Quilitz & Co. in Berlin. Dann ferner ein Paar einfache Stative, je ein Eisenfuss nach Art der Gasbrenner, in dem eine Ebonitstange sitzt, die 16 cm lang und  $1\frac{1}{2}$  cm dick ist und oben 8 mm tief eingeschlitzt ist. Sie dienen zur Unterstützung der Leitungsschnüre, damit diese von einander und von andern leitenden Stücken hinreichend ferngehalten werden. Endlich die Leitungsschnüre selbst, zwei von Metall und zwei von Hanf, je eine 40, die andere 50 cm lang, mit Häkchen am Ende oder doch an demjenigen Ende, das zu den Ösen der Winkeldrähte führt.

Beim Induktionsapparate benutzt man die Metallschnüre, welche man mit den Polen desselben in Verbindung setzt. Aber man hat noch Sorge zu tragen, dass die Entladungen nicht zu schnell folgen, indem man die Feder beschwert oder Schluss und Öffnung nötigenfalls mit der Hand bewirkt. Schon bei einem Induktor mittlerer Grösse und mässiger Rotationsgeschwindigkeit zeigt sich dann bei jeder Entladung ein überraschendes Bild (Fig. 2). Ein bogenförmiger Licht-

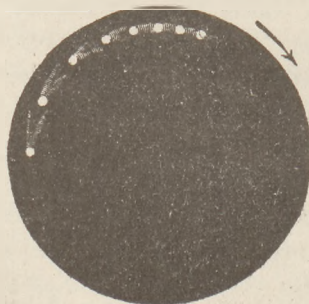


Fig. 2.

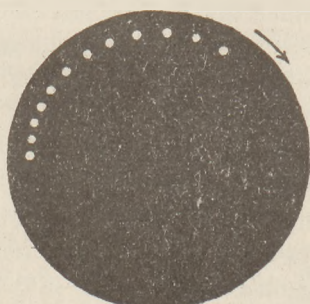


Fig. 3.

streif mit abwechselnd hellen und dunklen Stellen, die hellen mit einem weissen Kopfende und einem längern rötlichen Schweif, der letztere anfangs länger und dann gespalten und um so breiter gespalten, je länger die Funkenstrecke ist. Letztere verlängert sich übrigens von selber durch allmähliches Abschmelzen, so dass

man die Zunahme der Spaltung leicht verfolgen kann. Wenden wir aber ein Röhrenfläschchen an, so ändert sich das Bild völlig, wir sehen nur eine Reihe heller weisser Punkte in ziemlich gleichen Intervallen stehen; bei grösserer Rotationsgeschwindigkeit jedoch erkennen wir, dass die dunklen Stellen um so länger sind, je näher sie dem Ende der Entladung liegen (Fig. 3). Mit einem Fläschchen



grösserer Capacität wird ihr Licht heller aber ihre Zahl kleiner, indem der Lichtstreif an Länge abnimmt und zugleich die dunklen Räume grösser werden. Alle genannten Erscheinungen sind um so schöner, je länger die sekundäre Spirale ist und sind gleichmässiger bei Anwendung eines Quecksilberunterbrechers, den man nötigenfalls auch mit der Hand bewegen muss. Zieht man die Spitze aus ihrer normalen Lage, wo sie der Scheibe möglichst nahe steht, ohne dass eine Berührung möglich wäre, weiter zurück, so nimmt mit der Zunahme des Widerstandes die Anzahl der Funken ab.

Bei Leydner Flaschen stellt man je eine unter die Pole der Maschine, wobei ihre äusseren Belege von selber verbunden sind, oder man stellt eine oder beide unter den linken und verbindet die äusseren Belege durch eine besondere Leitung mit dem rechten Pol. Letzteres ist unbequemer, wäre aber dann anzuwenden, wenn ihre Capacität sonst nicht gross genug wäre. Den grossen Widerstand der sekundären Spirale müssen hier die feuchten Schnüre ersetzen, welche man in die Schiebeylinder klemmt, während man diese den Entladungsstangen so weit annähert, als es gerade zweckmässig scheint. Zur Anfeuchtung taucht man jene in destilliertes Wasser und presst sie aus, aber erst kurz vor dem Versuche, weil sie sonst zu trocken würden. Letzteren Falles könnte man übrigens zur Verringerung des Widerstandes die eine durch eine Metallschnur ersetzen. So ausgerüstet kann man dann mit Leydner Flaschen ganz ähnliche Erscheinungen gewinnen, wie ich sie oben besprochen habe, ja sogar besser als mit kleineren Induktoren, da man Ladung und Widerstand hier nach Bedürfnis grösser machen kann.

Um auch einige Worte über die Ursache der Erscheinungen zu sagen, so dürfte das weisse Licht einem schnellen, das rötliche einem langsameren Ausgleichsprozesse angehören. Die nach der Scheibe fliessenden Elektricitäten sammeln sich zunächst auf den Metallstücken an, bevor sie die zur Durchbrechung der Funkenstrecke nötige Dichte gewonnen haben. Dann gehen sie fast urplötzlich zu einander über und daher der helle Funke, mit dem jede Partialentladung beginnt. Aber in der noch heissen Luftschicht vereinigen sich nun auch die langsam nachfliessenden Elektricitäten und um so länger, je schneller sie fliessen, weil jene dann länger heiss erhalten bleibt. So erklärt sich der Schweif und so erklärt sich, dass mit Abnahme der Triebkraft die Schweife allmählich kürzer werden. Da der langsame Ausgleich die Luft nicht dauernd heiss erhalten kann, hört endlich der Übergang auf, worauf eine Pause entsteht, bis die sich nun wieder auf den Metallstücken anhäufenden Elektricitäten die zum erneuten Durchbruch nötige Dichte gewonnen haben. Die Spaltung der Schweife erklärt sich vielleicht durch ein Nachglühen der noch heissen in radialer Richtung von der Funkenstrecke fortgeschleuderten Luft, und dass die Spaltung stärker wird, wenn die Funkenstrecke sich vergrössert, mag daher rühren, dass sie stärker fortgeschleudert wird, wenn der Ausgleich bei grösserer Dichte beginnen muss. Legen wir das Fläschchen an, so hört der langsame Ausgleich ganz auf, weil die Elektricitäten, auch in heisser Luft immer noch Widerstand findend, dann lieber in die Belege gehen, so dass jene schnell erkaltet und ein neuer Durchbruch erst nach entsprechender neuer Ladung dieser Belege erfolgen kann. Dass die dunklen Stellen bei grösserer Capacität wachsen und dass sie auch wachsen nach dem Ende der Entladung hin, dürfte weiter nicht auffällig sein.

Übrigens lässt sich mit demselben Apparate für bestimmte Verhältnisse auch die Dauer der Entladung bestimmen aus der Umlaufszeit der Scheibe und dem Lichtbogen, der, wenn auch nicht messbar, so doch zu schätzen ist.<sup>1)</sup>

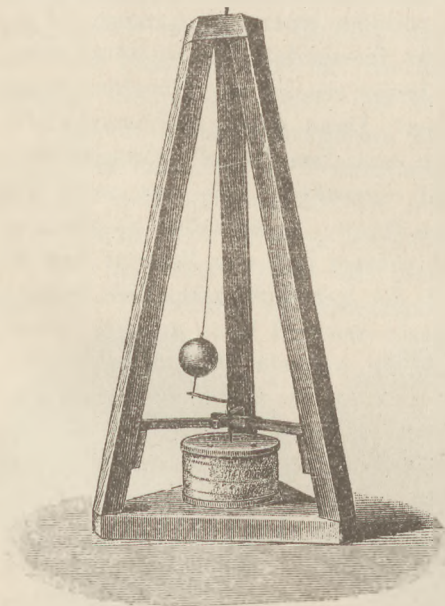
## Rotierende Trommel.

Von

Dr. Karl Noack in Giessen.

Für einen auf Anschauung gegründeten Unterricht in der Akustik, der auch die quantitative Seite der Erscheinungen berücksichtigt, ist es unerlässlich, eine unmittelbare Zählung der Schwingungen etwa einer Stimmgabel vorzunehmen. Die einfache Angabe, dass die Schwingungszahl einer solchen 128 oder 435 in der Sekunde betrage, kann keineswegs genügen, denn einmal regt sich doch bei denkenden Schülern der Zweifel, ob wirklich eine so grosse Masse, wie die einer Stimmgabel, so zahlreicher Schwingungen in der Sekunde fähig ist, und ausserdem liegt die durchaus berechtigte Frage sehr nahe, wie man denn im Stande ist, solche Schwingungen noch genau und zuverlässig zu zählen. Das vorzüglichste Hilfsmittel zu derartigen Messungen, dessen sich auch die Physikalisch-Technische Reichsanstalt zum gleichen Zwecke bedient, ist PAUL LACOURS phonisches Rad; allein der Preis dieser Rotationsmaschine ist ein sehr hoher und ihre Einrichtung für Demonstrationszwecke allzu compliciert, als dass sich nicht der Wunsch nach einem einfacheren Hilfsmittel regen sollte.

Ich habe mir eine sehr einfache und übersichtliche Rotationsmaschine angefertigt, die sich für den in Rede stehenden Zweck als ausserordentlich brauch-



bar erwiesen hat, und die ich daher gerade für den Schulunterricht besonders empfehlen kann, insbesondere auch deshalb, weil sie billig zu beschaffen ist und gegebenen Falles in einfachster Weise ad hoc zusammengestellt werden kann. Beistehende Figur zeigt den vollständigen Apparat in  $\frac{1}{10}$  n. Gr. Der bewegende Teil ist ein Centrifugalpendel mit schwerer Bleikugel an einem Eisendraht von 1 mm Durchmesser, die unten einen kurzen senkrechten Stahlstift trägt. Das Pendel wird genau senkrecht über der Axe einer Trommel mit schwarzem Glasmantel aufgehängt und bewirkt mit Hilfe einer geschlitzten Kurbel, die dem Stift als Führung dient, je eine Umdrehung der Trommel bei jeder ganzen Pendelschwingung. Das Centrifugalpendel wird von einer kardanischen Aufhängung getragen, die

an die obere Platte eines starken Holzgestelles angeschraubt ist; die Axe der Trommel ist mit ihrem unteren Ende in der Bodenplatte des Gestelles versenkt, während ihr oberer Teil von einem Holzkreuz geführt wird. Letzteres kann durch eine kleine Drehung in wagerechter Ebene gelöst werden und lässt sich dann die

<sup>1)</sup> Herr Mechaniker Wirtig in Greifswald liefert den Apparat bei sehr exakter Ausführung incl. der nötigsten Hilfsutensilien für 80 Mark.



Trommel nach Wegnahme der Kurbel herausnehmen und gegen eine andere auswechseln<sup>1)</sup>.

Soll die rotierende Trommel ausschliesslich zum Aufzeichnen von Stimmgabelkurven dienen, so bedarf man des vollständigen Apparates überhaupt nicht, es ist in diesem Falle vielmehr durchaus genügend, senkrecht über einer solchen Trommel an einem beliebigen Stativ eine schwere Kugel als Pendel derart aufzuhängen, dass das obere zu einem Ring gebogene Ende des Drahtes in einer ringförmigen Oese spielt; dann fallen Gestell und kardanische Aufhängung weg, die wohl die teuersten Teile der Vorrichtung sind, und die Versuchsergebnisse fallen ebenso genau aus.

Trotzdem würde ich zu der obigen, stabileren Vorrichtung raten, wenn man mit den Kosten nicht allzu ängstlich sein muss. Einen tadellos ruhigen und gleichförmigen Gang hat nämlich die Trommel nur dann, wenn der Aufhängepunkt des Pendels genau senkrecht über der Trommelaxe liegt und das Gestell nicht an den Schwingungen des Pendels teilnimmt; zudem ist bei kardanischer Aufhängung die Bewegungsdauer natürlich eine längere.

Der Gang eines Versuches ist der folgende: Man setzt das Pendel durch einen tangentialen Stoss, der etwas zu stark bemessen ist, in Schwingungen und überzeugt sich, dass dieselben entsprechend der Stärke des Stosses anfangs rascher erfolgen und allmählich sich verlangsamen; von dem Augenblick an, wo der Stift in der geschlitzten Kurbel frei wird, bis zu demjenigen, wo er sich an das andere Ende des Schlitzes nahe der Axe anlegt, schwingt das Pendel durchaus gleichförmig. Es werden in dieser Periode die Schwingungen nach der Uhr gezählt und  $t = 2\pi \sqrt{l/g}$  gefunden; der angegebenen Grösse des Apparates entspricht eine Schwingungsdauer von 1,6".

Hierauf wird die Trommel herausgenommen, der Mantel mit Vaseline eingefettet, mit Fliesspapier soweit abgerieben, dass nur ein Hauch von Fett übrig bleibt, und schliesslich mit Lycopodium bestäubt (vergl. *ANTOLIK, d. Zeitschr. V 177*). Nunmehr bringt man die Trommel wieder in das Gestell, setzt das Pendel in Gang und hat, nachdem derselbe gleichförmig geworden ist, reichlich Zeit von einer Anzahl Stimmgabeln die Kurven aufzeichnen zu lassen. Die Schrift erscheint vorzüglich scharf, schwarz auf gelblichem Grunde. Ist der Versuch beendet, so nimmt man die Trommel heraus, zieht mit einer Nadel eine scharfe Gerade parallel zur Axe auf den Mantel der Trommel und lässt die Zahl der Wellen auf einem oder mehreren Umläufen zählen.

Hat man so die Schwingungszahl gefunden, so wird man die Wellenlänge des Tones mittels einer Resonanzröhre bestimmen (vergl. *d. Zeitschr. V 275*) und daraus die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles in Luft berechnen. Hieran schliessen sich dann die Versuche mit der KUNDTSCHEN Röhre an.

Will man die Vorrichtung zur Demonstration des stroboskopischen Verfahrens benutzen, so genügt die einfachste Form nicht, vielmehr muss zu diesem Zwecke der Apparat so stabil gebaut sein, wie die Abbildung ihn darstellt, da hierbei der Gang der Trommel durchaus gleichförmig sein muss. Bezüglich der Einrichtung der Trommel findet man das Erforderliche in dieser Zeitschrift (*II 301*). Man kann dann beispielsweise unter Benutzung einer KÖNIGSCHEN manometrischen Flammkapsel die Schwingungszahl eines gesungenen Tones, einer Pfeife u. A. bestimmen.

<sup>1)</sup> Der Apparat wird von LIEBRICHS NACHFOLGER in Giessen angefertigt.

## Über die Bedeutung des graduierten Galvanometers für den Schulgebrauch.

Von

Bruno Kolbe in St. Petersburg.

Kürzlich schrieb mir ein Fachgenosse: „Seit ich ein Elektrometer mit Aichungsskala habe, begreife ich nicht recht, wie ich vorher mit einem unkalibrierten Instrument ausgekommen bin.“ — Dasselbe könnte ich von dem Galvanometer sagen. Man stelle sich nur die Demonstration der Wirkung des Schaltens (parallel und hintereinander) mit einem ungraduierten Galvanometer vor. Selbst bei Anwendung einer Tangens-Busssole müssen erst Rechnungen ausgeführt werden, ehe die Gesetzmässigkeit hervortritt. Dieses mag der Grund sein, weshalb viele Fachkollegen mit qualitativen Versuchen, wie ein beliebiges Galvanoskop sie gestattet, sich begnügen, oder auch nur theoretisch die Formel  $J = E/W = E/(w_i + w_a)$  aufstellen und weiter entwickeln. Wie soll aber der Schüler die Bedeutung dieser Formel richtig auffassen, wenn ihm nicht vorher experimentell gezeigt wurde, dass die Stromstärke nur dann auf die Hälfte ihres Wertes sinkt, wenn der Gesamtwiderstand verdoppelt wird, also diesem (nicht dem Leitungswiderstande) umgekehrt proportional ist. — Man wird mir vielleicht einwenden, dass gerade die mathematische Entwicklung der Formeln oder die Berechnung aus den angestellten Messungen ein grosser Vorteil sei; gewiss — für die Mathematikstunde, aber keineswegs für die Physikstunde. Die Physikstunde ist zu schade, um einen Teil derselben Rechnungen zu opfern, welche vermieden werden können — und dazu gehören auch die Berechnungen der Tangenten zu den beobachteten Ausschlagswinkeln der Tangens-Busssole.

Für das Graduieren der Galvanometer sind verschiedene Methoden vorgeschlagen und mehrere von ihnen u. A. von Noack<sup>1)</sup> angeführt worden, doch leiden die meisten an dem Übelstande, dass sie entweder die Theorie der Tangenten-Busssole oder die Kenntnis des Ohmschen Gesetzes voraussetzen, also für den Anfang ungeeignet sind.

Die Aichung eines Galvanoskops durch Nachdrehen der Busssole<sup>2)</sup>, welche auch von Noack erwähnt wird (*a. a. O.* S. 76), ist sehr bequem, besonders wenn das Galvanoskop in seinem Fussgestell drehbar und mit einem festen Visier versehen ist, allein die Ausschläge sind nicht direkt proportional den Stromstärken, und diese müssten erst berechnet und die Aichungsskala durch Interpolation oder durch graphische Darstellung abgeleitet werden, was zu zeitraubend beim Unterricht ist.

Es bleibt mithin nur die Graduierung des Galvanoskops mit Hilfe zweier (nicht zu kurzer) Magnetstäbe in der Ost-West-Lage übrig, welche nicht einmal die Einschaltung von Widerständen erfordert, wenn man ein genügend kleines Normalelement (für die Stromstärke = 1) verwendet. Diese Graduierungsmethode ist einwurfsfrei, leider aber nicht so geeignet für die Demonstration, wie die des „Nachdrehens“; auch kann — wenn man keine passend gebaute Magnetometerschiene besitzt — bei Raummangel die Aufstellung der Magnete in der Ost-West-Lage unbequem werden.

Das von mir in dieser Zeitschrift (*IV 31*) beschriebene Demonstrations-Galvanometer, das als Tangens- oder als Sinus-Busssole verwandt werden kann,

<sup>1)</sup> Noack, *Leitfaden für Schülerübungen*. Berlin, Springer 1892, S. 73–77.

<sup>2)</sup> Winkelmann, *Handbuch der Physik*, III 234.



erweist sich nun sowohl beim Gebrauch als zum Aichen sehr handlich, besonders, da der drehbare Obachsche Ring es gestattet, den ersten Ausschlag (für die Stromstärke = 1) ganz beliebig zu wählen, ohne Widerstände einzuschalten. Fig. 1 zeigt eine Gesamtansicht des Galvanometers. Die Gradteilung ist auf einem aufsetzbaren versilberten Ringe (von 25 mm Höhe) auf der oberen Hälfte angebracht und die Zehner durch Dreiecke markiert, welche bei 0°, 30°, 60°, 90° rot, sonst schwarz sind, so dass die Teilung gut sichtbar ist.

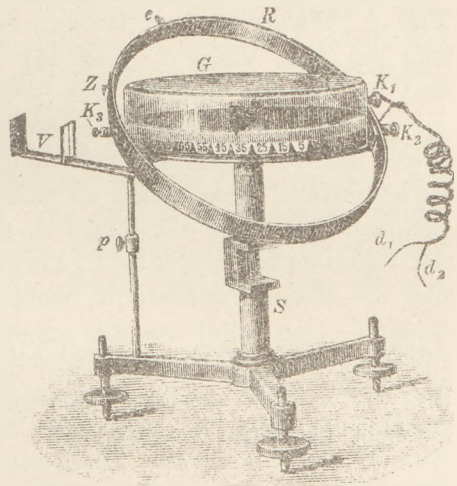


Fig. 1.

Das Visier *v* kann nach Bedarf ganz entfernt oder so tief herabgelassen werden, dass die Bewegung der Busssole und des Ringes nicht behindert ist. Die Klemmschraube *K*<sub>3</sub> sitzt auf der Drehungsaxe, wo auch eine in Grade geteilte Scheibe aufgesetzt werden kann, um die Neigung des Ringes (vermittelt des Zeigers *Z*) zu messen. Für Schulzwecke ist diese Scheibe entfernt, um die Aufmerksamkeit der Schüler nicht abzulenken. Der Ständer *S* ist im Fussgestell drehbar.

#### Das Graduieren des Galvanometers.

Beim Graduieren des Galvanometers vermittelt zweier Magnete dient ein constantes Element u. a. dazu, (für den Strom = 1) die entsprechenden Ausschläge der Nadel nach beiden Seiten vom Nullpunkt zu bestimmen. Als Stromquelle bewährt sich der Fleemingsche Normaldaniell<sup>3)</sup> vorzüglich, doch ist jedes kleine Daniellsche Element brauchbar, nachdem es 10 Minuten unter Kurzschluss gestanden. Auch kann man sich leicht ein für diesen Zweck geeignetes Elementchen herstellen, wenn man eine U-förmige Glasröhre im gebogenen Teil mit Glaswolle oder Asbestfasern so weit verstopft, dass die in den einen Schenkel gegossene Zinksulphatlösung nur sehr langsam in dem anderen Schenkel ansteigt, den man rasch mit Kupfersulphatlösung nachfüllt. Zwei Stäbchen aus (amalgamiertem) Zink und Kupfer führt man durch passende Korken, um sie mehr oder weniger tief in die Flüssigkeiten senken zu können, wodurch sich die Stromstärke bequem regulieren lässt. (Hierbei ist es ratsam, bei ganz eintauchenden Stäbchen den Kurzschluss herzustellen und dann erst nach Bedarf die Stromstärke zu verringern.)

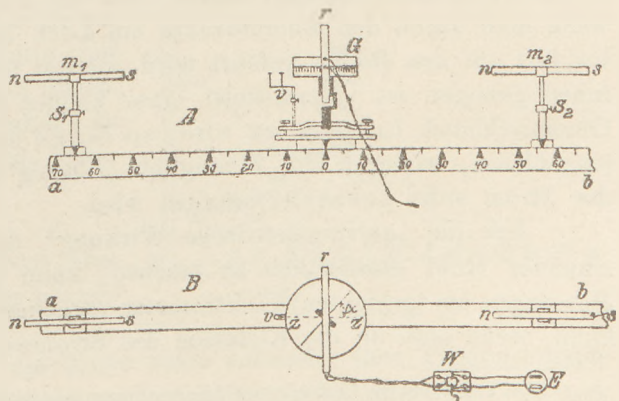


Fig. 2.

Da in meinem Kabinett keine Magnetometerschiene vorhanden ist, verwende ich die zerlegbare, beiderseits mit Millimeter-Papier beklebte optische Bank, indem ich (wie Fig. 2 zeigt)

<sup>3)</sup> Abgebildet u. a. bei Pfaundler (*Müller-Pouillet's Lehrb. d. Phys. III 375, 1890*).

das Galvanometer auf einem passenden Tischchen genau über dem Nullpunkt in der Mitte aufstelle und der optischen Bank die Richtung von Ost nach West gebe, d. h. so, dass die beiden zur Magnetnadel senkrechten Aluminiumzeiger ( $zz$  in *B* Fig. 2) parallel zur Bank stehen. Jetzt wird die Bussole so gedreht, dass die Zeiger und das feste Visier  $v$  genau auf  $O$  einstehen. Nun wird der Strom geschlossen und für die eine Stellung des Stromwenders  $W$  der Ausschlag  $\alpha_1'$  bestimmt. Darauf werden, nach Öffnung des Stromes, auf passende Ständer  $S_1$  und  $S_2$  zwei nahezu gleich starke Magnete<sup>4)</sup> (von 30 cm Länge) befestigt und in gleicher Entfernung so aufgestellt, dass genau derselbe Ausschlag nach Grösse und Richtung erfolgt. Schliesst man jetzt den Strom in gleichem Sinne, so erhält man  $\alpha_2'$  (entsprechend der Stromstärke = 2) u. s. f., bis die Skala erschöpft ist. Dann wird commutiert und die Messung wiederholt, wobei man die entsprechenden Ausschläge  $\alpha_1''$ ,  $\alpha_2''$  ... erhält<sup>5)</sup>. Das Mittel aus den zugehörigen Werten [ $\alpha_1 = (\alpha_1' + \alpha_1'')/2$  u. s. w.] giebt die nötigen Skalenwerte, welche den betreffenden Stromstärken entsprechen. An dem festen Visier hat man eine gute Controle dafür, ob nicht eine unbeabsichtigte Drehung der Bussole erfolgt ist.

#### Herstellung der Aichungsskala.

Der gläserne Schutzdeckel der Bussole (Fig. 1) wird abgehoben und die Nadel vorsichtig entfernt. Ein etwa 10—12 mm breiter Papierstreifen wird nun so um die Gradskala gelegt, dass über dem Streifen die Gradteilung und die Spitzen der Dreiecke sichtbar bleiben, und das überragende Ende mit etwas Klebwachs befestigt. Nun trägt man mit einem Blaustift einige Punkte der Aichungsskala auf, damit die Schüler sehen, wie eine solche entsteht und ersetzt den Papierstreifen durch einen anderen, der mit einer bereits fertigen Aichungsskala versehen ist, die — wo möglich — für die Stromstärke = 1 den gleichen Ausschlag zeigt.

Nachdem man sich davon überzeugt hat, dass die Nullpunkte beider Skalen genau zusammenfallen, setzt man den Apparat wieder zusammen und kann, wenn die Zeit es erlaubt, noch einige Controlmessungen an der nun bleibenden Aichungsskala vornehmen. Es genügen zu diesem Zweck 2 oder 3 Einstellungen der Magnete.

#### Verwendung des graduierten Galvanometers.

Zu Demonstrationen lassen sich die Tauchelemente sehr gut verwenden, wenn man durch den Ebonitdeckel ein Loch bohrt, durch welches ein Glasrohr bis fast auf den Boden geführt wird, dessen fein ausgezogene Spitze etwas nach innen gebogen ist. Vermittelt eines kleinen Gummi-Blasebalgs, der an einem Gummischlauch befestigt ist, wird, so lange der Strom geschlossen ist, Luft eingeblasen, wodurch die Flüssigkeit (Lösung von Nat. bichrom.) umgerührt und der Strom sehr constant erhalten wird.

Um die „galvanometrische Wirkung“ der Schaltung parallel und hintereinander recht anschaulich zu machen, kann man gleichzeitig die betreffenden Messungen am (geaichten) Elektrometer vornehmen, was ohne Zeitverlust geschehen kann, wenn man an die Klemmen des Stromwenders, wo die Poldrähte münden,

<sup>4)</sup> Im Nothfalle können zwei dicke, magnetisierte Stricknadeln benutzt werden.

<sup>5)</sup> Für den Schulgebrauch empfiehlt es sich sehr, die Aluminiumzeiger der Magnetnadel so genau zu regulieren, dass ihre Angaben (eine gute Centrierung des Stifes vorausgesetzt) höchstens um  $0,1^\circ$  differieren. Dann braucht nur ein Zeiger abgelesen zu werden, wodurch auch Zeit erspart wird.



auch zwei feine umspinnene Kupferdrähte anbringt, die nahe am hakenförmig gebogenen freien Ende einen isolierenden Siegellack-Griff haben. Beim Nichtgebrauch hakt man diese Drähte an zwei von der Decke oder von einem passenden Gestell herabhängende Seidenfäden, die mit Ösen oder Haken versehen sind. Unterbricht man vermittelst des Commutators den Strom, so braucht man nur die Nebendrähte loszuhaken und die Condensatorplatten des Elektrometers zu berühren, wobei keinerlei Drahtverbindung gelöst oder hergestellt zu werden braucht.

Durch Drehung des Ringes (*R* Fig. 1) lässt sich dann leicht für ein Element der Ausschlag (in Aichungs-Graden) am Galvanometer ebenso gross machen, wie der am Elektrometer beobachtete ist, wodurch eine direkte Vergleichung beider Apparate ermöglicht wird. Auch lassen sich die Elemente (durch Regulierung der eintauchenden Zinkfläche) „galvanometrisch gleich“ machen, was oft von Vorteil ist.

Natürlich sind die Ausschläge eines Vertical-Galvanometers besser sichtbar, als die des beschriebenen Demonstrations-Galvanometers, aber ihre Graduierung erfordert Methoden, welche dem Anfänger nicht verständlich sind und es erscheint doch sehr wichtig, dass die Schüler eine Vorstellung davon haben, wie die Aichungsskala entstanden ist oder entstanden sein könnte; denn man wird natürlich zur Herstellung der Gebrauchs-Skala die sicherste Methode der Graduierung wählen. Bei der beschriebenen Aichungsmethode muss man auch anfangs den Schülern den theoretischen Beweis schuldig bleiben; doch lässt sich leicht später — nachdem die Ohmschen Gesetze durchgenommen sind — zeigen, dass die gefundene Skala den Stromstärken proportional ist. Der Hauptvorteil des graduierten Galvanometers liegt darin, dass von vornherein Rechnungen vermieden werden, wodurch u. a. das Ohmsche Gesetz viel plastischer hervortritt.

### Die Tangensbussole.

Mit Hilfe der Aichungsskala lässt sich dann auch leicht zeigen, dass (bei einer genügend kurzen Magnetnadel) die Tangenten der Ausschlagswinkel des beschriebenen Galvanometers den Stromstärken proportional sind.

Man zieht zu diesem Zweck auf der Schultafel einen Viertelkreis, den man in Grade teilt (Fig. 3), bezeichnet die betr. Graduierungspunkte (1, 2, 3 . . .) und zieht vom Kreismittelpunkte Strahlen bis zur Tangentenlinie (*AB*). Die Abschnitte auf dieser sind untereinander sehr nahezu gleich. Für einen bestimmten Ablenkungswinkel  $\alpha$  ist  $t/r = \operatorname{tg} \alpha$  der Stromstärke proportional, also

$$J = k \cdot \frac{t}{r} = k \cdot \operatorname{tg} \alpha.$$

Diese Darstellung ist nicht streng, aber anschaulicher als die graphische der berechneten Tangenten.

Die Fachkollegen, welche die Mühe nicht scheuen, ihre Tangensbussole mit einer Graduierungsskala zu versehen, werden später gewiss nur wenig Gebrauch von der Gradskala machen.

Das Demonstrations-Galvanometer wird von O. RICHTER in Petersburg (50 Rubel), FERD. ERNECKE Berlin (125 Mark) und von G. LORENZ in Chemnitz

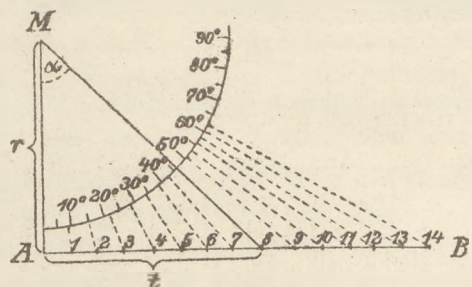


Fig. 3.

(mit grösserer Bussole und entsprechendem Ring in vortrefflicher Ausführung 140 Mark) geliefert. Letzterer stellt auch etwas kleinere Apparate dieser Art mit festem Ringe (50—70 Mark) her.

## Vorlesungsversuche.

Von

Professor **Max Rosenfeld** in Teschen.

### 1. Temperaturveränderungen beim Auflösen.

Zur Demonstration der beim Auflösen verschiedener Substanzen auftretenden Temperaturveränderungen benutze ich den in Fig. 2 abgebildeten Apparat. Das Gefäss, in welchem das Auflösen der Substanz vorgenommen wird, fasst etwa

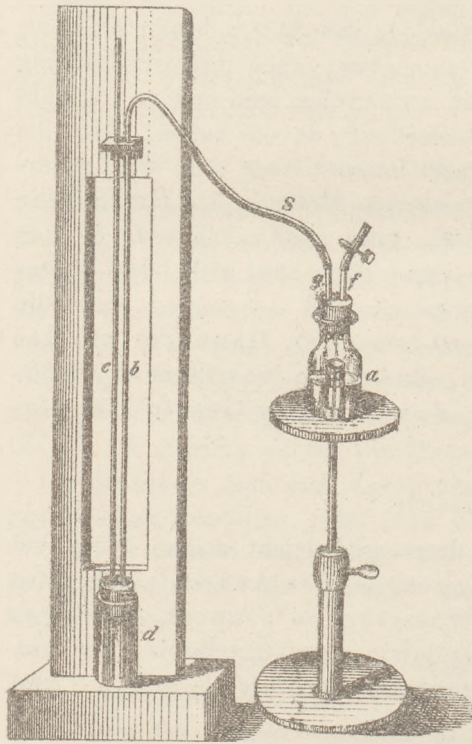


Fig. 1.

150 cm<sup>3</sup> und besteht aus einem Pulverglase *a*, in welchem sich ein kurzes Präparatenrohr *x* von etwa 30 cm<sup>3</sup> Inhalt befindet und dessen Mündung einen mit zwei kurzen Röhren *g* und *f* versehenen Pfropfen trägt. Beide Röhren sind mit Kautschukschläuchen versehen, von denen das längere mit der Röhre *b* in Verbindung steht, während das kürzere durch einen Quetschhahn verschlossen ist. Die Röhren *b* und *c*, die an einem Holzstative befestigt sind, haben eine lichte Weite von 3–4 mm und eine Höhe von 70–80 cm, das Gefäss *d* von 40 cm<sup>3</sup> Inhalt ist mit Indigocarminlösung gefüllt.

Zur Ausführung des Versuches wird das Präparatenrohr *x* herausgenommen, mit der zu lösenden Substanz gefüllt und sodann nach dem Eingiessen des Lösungsmittels wieder an seinen Platz in dem Pulverglas gebracht, so dass also Substanz und Lösungsmittel nicht mit einander in Berührung kommen. Beim Schliessen des Lösungsgefässes wird die Luft in demselben zusammengedrückt und in Folge dessen steigt die gefärbte Flüssigkeit in der

äusseren Röhre *c* in die Höhe. Um nun diesen inneren Druck aufzuheben, wird nach jedesmaligem Schliessen des Gefässes *a* der Quetschhahn am Röhren *f* für einen Augenblick geöffnet und sofort wieder geschlossen.

Um die Auflösung zu bewerkstelligen, verschliesst man mit der linken Hand den Schlauch *s* in der Nähe des Röhrens *g* und kehrt das Lösungsgefäss mit der rechten Hand um, welche, um jede Erwärmung von aussen zu vermeiden, den Pfropfen fasst. Ist auf diese Weise die zu lösende Substanz mit dem Lösungsmittel in Berührung gebracht, so wird das Gefäss wieder in die frühere Lage zurückgebracht und der Schlauch *s* geöffnet. Selbstverständlich muss die Auflösung durch Schütteln beschleunigt werden, wobei das Lösungsgefäss beim Pfropfen gehalten wird.

Findet nun beim Lösen einer Substanz Wärmeentwicklung statt, so steigt



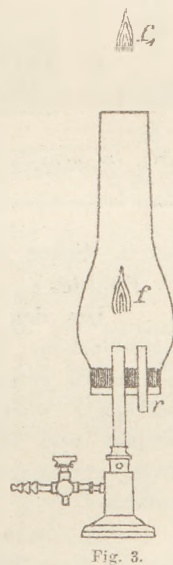
die im Gefässe *d* befindliche gefärbte Flüssigkeit durch den Druck der im Lösungsgefässe ausgedehnten Luft in der Röhre *c* in die Höhe; bei auftretender Temperaturerniedrigung erhebt sich in Folge der Verdichtung der Luft in dem Lösungsgefässe die Flüssigkeitssäule in der Röhre *b*. (Vgl. diese Zeitschr. III 66).

## 2. Über das Brennen von Luft in Leuchtgas.

Mit dem in dieser Zeitschrift (VI 257) von J. HABERMANN beschriebenen Apparate<sup>1)</sup> lassen sich einige hübsche Versuche ausführen, die in Nachfolgendem beschrieben werden sollen. Wie aus der Fig. 2 ersichtlich, besitzt die hier in Verwendung kommende Vorrichtung die ursprüngliche HABERMANNSCHE Einrichtung, indem die die Luftröhre *r* abschliessenden Platten weggelassen wurden. Der mit Hilfe eines Korkpfropfens auf einem Brenner befestigte Lampencylinder ist 24 cm hoch und hat einen unteren Durchmesser von 5 cm; das Metallrohr *r* ist 9 cm hoch, von derselben Innenweite wie die Brenneröhre und von der letzteren etwa 1 cm entfernt. Der zu diesen Versuchen verwendete Brenner muss eine lebhafte Luftzufuhr gestatten und mit einer Luftregulierung versehen sein.

Die Ausführung der Versuche gestaltet sich folgendermassen: Man befestigt den Cylinder auf dem Pfropfen, verbindet den Brenner mit der Gasleitung, schliesst dessen Luftregulierung vollständig, öffnet den Gasbahn und zündet das an der Mündung des Lampencylinders ausströmende Gas an. Dreht man nun den Gasbahn so weit ab, bis die Flamme ganz klein wird und unter Explosion einschlägt und öffnet man im Momente der Explosion den Hahn sofort wieder gänzlich, so erscheint die farblose Luftflamme an der oberen Mündung der Röhre *r*. Wird sodann die Luftregulierung des Brenners gänzlich geöffnet, so wandert die Luftflamme hinüber zur Öffnung des Brenners und es zeigt sich dabei folgende Erscheinung: Es brennt anfangs blos der obere Theil der Brennerflamme *f* und nach einiger Zeit entzündet sich das aus dem Cylinder strömende Gas und brennt als eine frei in der Luft schwebende selbständige blaue Flamme *f*<sub>1</sub> in Form eines hohlen Lichtkegels mit deutlich wahrnehmbarem kreisförmigen Querschnitte an der Basis und man erhält auf diese Weise eine getheilte Flamme. Verbindet sich dieser blaue Lichtkegel nach unten mit dem Rande des Lampencylinders, so kann durch vorsichtiges Abdrehen des Gasahnes derselbe wieder in die Höhe gehoben und über der Mündung des Cylinders ruhig schwebend erhalten werden. Schliesst man die Luftregulierung wieder gänzlich ab, so wandert die Gasflamme wieder zur Luftröhre zurück. Es empfiehlt sich, diesen Versuch im Dunkeln auszuführen.

Die Leuchtgasflamme kann auch auf folgende Weise in die Luftflamme verwandelt werden: Nachdem das Leuchtgas bei abgeschlossener Luftregulierung am oberen Ende des Cylinders entzündet, und der Gasahn so weit zurückgedreht wurde, dass die Flamme nicht gar zu hoch brennt, bläst man mit Hilfe einer rechtwinklig gebogenen Glasröhre, deren Mündung man nur wenig von unten her in die Luftröhre einführt, mit dem Munde einen kurzen, jedoch heftigen Luftstrom durch den Cylinder. Die Leuchtgasflamme wird durch den Luftstrom in Folge der Explosion des im Cylinder befindlichen Gasgemisches verlöscht und es



<sup>1)</sup> Zeitschr. f. angew. Chemie, 1892 S. 11.

wird sofort die schwach leuchtende Flamme der brennenden Luft im Innern des Cylinders sichtbar. Die zum Einblasen von Luft verwendete Röhre darf nicht viel dünner als die Luftröhre selbst sein und muss bei der Ausführung des Versuches so gehalten werden, dass der Luftstrom genau vertical durch den Cylinder geblasen wird; nach erfolgter Explosion wird die Röhre sofort entfernt.

### Schulversuche aus der Wärmelehre.<sup>1)</sup>

Von

Dr. V. Dvorák in Agram.

1. Ausdehnung von Drähten durch die Wärme. Ein Messingdraht *ab* (Fig. 1) von 1,5 m Länge und 0,3 mm Dicke, wird an den Enden mit Holzschens Fussklemmen<sup>2)</sup> befestigt, und ein wenig gespannt; in der Mitte *c* hängt man ein Gewichtchen von etwa 5 g auf, und stellt darunter in 1 cm Entfernung ein Klötzchen *d*. Schon eine sehr kleine Verlängerung des Drahtes bewirkt eine deutliche Senkung des Punktes *c*.

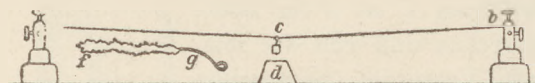


Fig. 1.

Schon eine sehr kleine Verlängerung des Drahtes bewirkt eine deutliche Senkung des Punktes *c*.

Um den Draht *ab* zu erwärmen, genügt schon auf jeder Seite ein angezündetes Zündhölzchen. Oder man umwickelt einen stärkeren Draht *fg* mit etwas Baumwolle, die in Alkohol getaucht wird; auch auf der anderen Seite kann man einen solchen Draht anbringen; worauf man den Alkohol anzündet. („Durchhang“ der Telephondrähte im Sommer und Winter). Noch leichter kann man den Draht durch einen elektrischen Strom erwärmen; schon ein schwacher Strom bewirkt eine bedeutende Senkung des Punktes *c*.<sup>3)</sup>

2. Zusammenziehung von gespanntem Kautschuk bei der Erwärmung. Obwohl diese Zusammenziehung bei manchen Kautschuksarten bei Erwärmung auf 100° C.

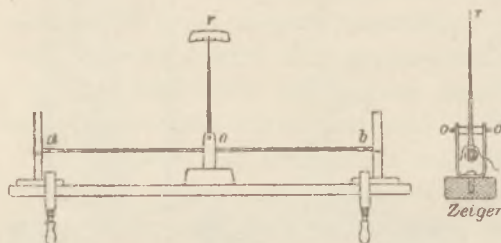


Fig. 2.

bis 10 % beträgt, so macht der Versuch oft genug Schwierigkeiten, falls man nicht neue gute Kautschukröhren zur Verfügung hat. Die hier beschriebene Methode gelingt auch mit schlechterem Kautschuk ziemlich sicher. Ein dünnes Kautschukrohr *ab* (Fig. 2) (oder Streifen) wird zwischen zwei Stativsäulen straff ausgespannt. In der Mitte bei *o* wird mit einem Faden ein Zeiger angebunden, der oben über einer Teilung spielt. Sodann erwärmt man vorsichtig die eine Hälfte *ao* des Kautschukröhrchens (ähnlich wie den Draht beim vorigen Versuche), worauf der Zeiger sofort eine Zusammenziehung anzeigt. Es genügt eine schwache Erwärmung.

3. Versuche über Emission und Absorption der Wärme. Bei dem Leslieschen Würfel zeigt man gewöhnlich mit Thermosäule und Galvanometer, dass die berusste Seite viel stärker strahlt als die blanke. Um zu zeigen, dass die stärkere

<sup>1)</sup> Nach einer Mitteilung des Verfassers im „Nastavni vjesnik“ (Agram, 1892).

<sup>2)</sup> Diese Zeitschrift (II 55).

<sup>3)</sup> Hier will ich darauf aufmerksam machen, dass man ein Riesssches Luftthermometer zum Nachweis von Wechselströmen benützen kann; diese erzeugt man in der Sekundärspule, während in der Hauptspule der Strom durch einen Wagnerschen Hammer regelmässig unterbrochen wird. Um eine gute Wirkung zu erzielen, soll der Widerstand der Sekundärspule annähernd dem Widerstand des dünnen Platindrahtes im Luftthermometer gleich sein. Schiebt man in die leere Hauptspule einen einzelnen Eisendraht, so zeigt sich die Verstärkung der inducierten Ströme sehr deutlich am Ausschlage der Sperrflüssigkeit.



Strahlung nicht gerade an die schwarze Färbung gebunden sei, bestreiche man die blanke Seite mit ein wenig Olivenöl; sofort zeigt das Galvanometer einen viel grösseren Ausschlag. Oder man erwärme zuvor eine dünne Glasplatte und drücke sie an die blanke Seite des Würfels an; auch hier zeigt sich eine starke Strahlung, selbst wenn die Temperatur der Glasplatte bedeutend niedriger als die des Würfels ( $100^{\circ}\text{C.}$ ) ist.

Sodann wäre zu zeigen, dass die Absorption der Emission proportional ist; geeignete Schulversuche dafür scheinen nicht vorhanden zu sein. Ich verfertigte ein eigenes Thermoelement dazu. Aus dünnem Neusilberblech wird ein Streifen von der Form  $bac$  (Fig. 3) herausgeschnitten ( $ab = 11\text{ cm.}$ ). Der kreisförmige Teil (von  $2,2\text{ cm}$  Durchmesser) wird recht dünn zugefeilt und poliert, rückwärts wird mit sehr wenig Weichlot ein dünner Stahlstreifen  $df$  befestigt; bei  $g$  ist ein Holzstückchen, woran beide Streifen mit Zwirn festgebunden werden; auch kann man noch zwei Klemmschrauben anlöten, um das Thermoelement leicht mit dem Galvanometer verbinden zu können.



Fig. 3.

Als Wärmequelle dient ein stark erhitztes geschwärztes Kupferblech. Vor das Thermoelement kommt ein Metallschirm, der bis  $a$  hinaufreicht. Der Kreis  $c$  wird zuvor berusst. Man bestimmt den Ausschlag des Galvanometers (ich benutzte ein Verticalgalvanometer) und wischt dann den Russ mit einem Tuchstückchen schnell herunter; sofort sinkt der Ausschlag bedeutend. Bestreicht man weiter die Kreisfläche mit etwas Öl, so wird der Ausschlag wieder grösser, indem Öl die Wärmestrahlen gut aufsaugt.

4. Versuche über Abkühlung bei der Verdampfung und Lösung. Dazu dürfte folgende Form des Thermoelementes geeignet sein. Aus einem Holzbrettchen wird ein kreisförmiger Teil von  $5,5\text{ cm}$  Durchmesser herausgeschnitten; dann wird über diese Öffnung ein sehr dünnes Kupferblech  $acb$  (Fig. 4) mit kleinen Nägelchen befestigt, und dasselbe oben mit Glaspapier und Wasser glattgeschliffen. Dann wird das Blech etwas eingedrückt, indem man mit einem Läppchen unter ziemlichem Druck darauf im Kreise herumfährt; so entsteht eine flache Schüssel. Unterhalb wird ein dünner Neusilberstreifen angelötet, den man mit einer Klemmschraube versieht und an das Holzbrettchen befestigt. Das Kupferblech wird mit einer zweiten Klemmschraube verbunden.

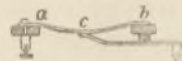


Fig. 4.

Giesst man etwas Alkohol in die Vertiefung bei  $c$ , so verdampft dieser, und das Thermoelement zeigt eine Abkühlung an. Bläst man mit einem kleinen Blasbalg auf die Oberfläche, so ist die Verdunstung rascher und die Wirkung stärker. Äther kühlt sich mehr ab als Alkohol, während Wasser nur eine geringe Abkühlung zeigt.

5. Strömungen in Luft und Wasser bei der Erwärmung. Erwärmte Luft steigt nach oben; um dieses sichtbar zu machen, lässt man auf die zwei Beleuchtungslinsen  $L$  und  $L'$  (Fig. 5) des Heliostaten Sonnenlicht fallen; in den Brennpunkt bei  $o$  kommt ein Metallplättchen mit kleiner Öffnung (unter  $1\text{ mm}$  Durchmesser); bei  $ab$  steht in einer Entfernung von etwa  $3\text{ m}$  ein weisser Schirm.

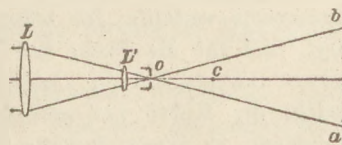


Fig. 5.

Hält man bei  $c$  ( $oc = 1\text{ m}$ ) einen erhitzten Körper, etwa die noch glühende Kohle eines eben verlöschten Zündhölzchens, so sieht man auf dem Schirm  $ab$  sehr deutlich die erwärmte Luft aufsteigen. Ein hübsches Bild giebt ein Bunsenbrenner, der mit sehr kleiner Flamme brennt; man sieht noch hoch über der Flamme die erhitzten Gase aufsteigen.<sup>4)</sup>

<sup>4)</sup> Näheres über diese „Schlierenmethode“ findet man in meiner Mitteilung in *Wied. Ann. IX 502; 1880*. Ein Glasstab wirft einen Schatten, wie ein undurchsichtiger Körper, weil er alle auf ihn fallenden Strahlen durch Brechung weithin zerstreut. Etwas ähnliches tritt in geringerem Maasse bei einem Gasstrahl und dgl. auf. Aus einer offenen Flasche mit Äther sieht man beim Neigen sehr deutlich den Ätherdampf ausfliessen und zu Boden sinken. Stellt

Um zu zeigen, dass erwärmtes Wasser aufsteigt, nehme man ein Gefäß mit parallelen Spiegelglaswänden (Dicke der Wasserschichte etwa 1,5 cm); der Boden wird durchlöchert, und in die Öffnung ein Korkstößel eingesetzt, durch welchen zwei dicke Kupferdrähte *a* und *b* (Fig. 6) hindurchgehen, die oben durch einen dünnen Platindraht *c* verbunden sind. Die freien Enden der Kupferdrähte verbindet man mit einer Batterie und schliesst den Strom auf kurze Zeit mit einem Taster; bei jedesmaligem Stromschluss steigt vom Drahte *c* eine Wolke erwärmten Wassers in die Höhe. Würde man ein kleines Stückchen Eis in das Wasser halten, so erhielte man ein Sinken des abgekühlten Wassers.

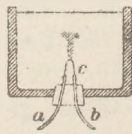


Fig. 6.

### Physikalische Aufgaben.

15. Zu zeigen, dass am Nordcap von Island, unter dem nördlichen Polarkreis, die Dauer eines Sterntages durch die tägliche Bewegung der Sonne angegeben wird.

*Auflösung:* Dort fällt während jedes Sterntages einmal der Pol der Ekliptik in das Zenit, also die Ekliptik mit dem Horizont zusammen. Dann liegt im Nordpunkt des Horizontes der Punkt der Ekliptik, welcher dem Polarstern am nächsten ist, also der Anfang des Sternbildes der Zwillinge, im Westen der Herbstpunkt im Sternbilde der Jungfrau, im Süden der Schütze, im Osten der Frühlingspunkt in den Fischen. Mit der Ekliptik muss auch immer zugleich die Sonne, wenn man von der Refraktion absieht, im Horizont stehen. Folglich beträgt im Sommer und Herbst, d. h. vom längsten bis zum kürzesten Tage, die Zeit von einem Sonnenuntergang bis zum nächsten genau einen Sterntag, im Winter und im Frühling verfließt von einem Sonnenaufgang zum nächsten ein Sterntag. Da die Zeit von einer Sonnenculmination zur nächsten immer gleich einem Sonnentage, also um 4<sup>min</sup> länger als ein Sterntag ist, so wird die Zeitdauer des halben Tages in jenem Halbjahr von Tag zu Tag um 4<sup>min</sup> kürzer, in diesem um 4<sup>min</sup> länger. Die Änderung der Tageslänge beträgt also von Tag zu Tag immer 8<sup>min</sup>. Man erhält daher nahezu die halbe Tageslänge, wenn man den Längenabstand der Sonne von dem Winterpunkt (im Schützen), nach dem Verhältnis  $15^\circ = 1^h$ , in Zeit verwandelt. Die Kurve, welche die Tageslänge als Funktion des Datums, d. h. der Nummer des Tages für ein oder mehrere Jahre darstellt, ist für einen Ort am Äquator eine der Abscissenaxe parallele Gerade mit der Ordinate  $y = 12^h$ , für benachbarte Breiten behalten die dem 21. März und 23. September entsprechenden Punkte ihre Lagen, die Zwischenpunkte bilden abwechselnd Berge und Thäler einer Welle, die für geringe Breiten nach dem Sinusgesetz verläuft, für höhere Breiten ziemlich scharfe Vorsprünge und Einbuchtungen zeigt, und für die Breite des Nordkaps sich in eine gebrochene Linie verwandelt, deren Ecken abwechselnd die Ordinaten  $y = 0^h$  und  $y = 24^h$  haben. Für noch höhere Breiten besteht die Kurve aus getrennten Teilen, die den Frühlings- und Herbst-Anfang umschliessen, in diesen Punkten immer näher der Senkrechten kommen, und in ihren Endpunkten mit noch stärkerer Neigung die Geraden  $y = 0^h$  und  $y = 24^h$  treffen, welche selbst durch gerade Verbindungsstrecken die Kurve vervollständigen. Für den Pol erhält man eine Reihe senkrechter Geraden, dazu gerade Verbindungsstrecken, die abwechselnd die oberen und unteren Endpunkte verbinden.

M. Koppe, Berlin.

16. Ein Draht von der Länge  $2l$  sei bei der Temperatur  $0^\circ C$  zwischen den beiden Punkten *A* und *B* wagerecht ausgespannt. Es soll der Durchhang, die Senkung des Mittelpunktes *C*, für die Temperatur  $t$  annähernd berechnet werden.

man bei *c* ein Wassergefäß mit parallelen Wänden auf, und hält einen Augenblick ein Salzkörnchen in die Oberfläche des Wassers, so sinkt die Salzlösung alsbald in dunklen Streifen herunter.



*Auflösung:* Verlängert sich der Draht durch die Temperatursteigerung  $t$  um  $2\lambda$ , und senkt sich der Mittelpunkt um den Betrag  $CD = x$ , dann findet man aus dem rechtwinkligen Dreieck  $ACD$

$$x = \sqrt{2l\lambda + \lambda^2}.$$

Vernachlässigt man  $\lambda^2$  und bezeichnet man mit  $\alpha$  den linearen Ausdehnungskoeffizienten des Drahtes, so erhält man  $\lambda = \alpha t$  und durch Einsetzen  $x = l\sqrt{2\alpha t}$ . Für die Temperaturänderung  $t_2 - t_1$  ergibt sich

$$x_2 - x_1 = l\sqrt{2\alpha}(\sqrt{t_2} - \sqrt{t_1}).$$

Für  $\alpha = 1/28800$   $t_1 = 0^\circ$   $t_2 = 9^\circ$

$$2l = 1,2 \text{ m} \quad \lambda = 0,188 \text{ mm}$$

ist  $x_2 - x_1 = 15 \text{ mm.}$  M.

#### Denkaufgaben.

17. Im Jahre 1887 stellte Major King von der Marine der Vereinigten Staaten einen Elektromagneten aus zwei Kanonen her, deren jede 4,6 m lang war und 25400 kg wog. Jede Kanone wurde mit drei Wickelungen umgeben, welche je  $\frac{3}{5}$  der Länge einnahmen. Der Strom wurde von einer Dynamo geliefert, die für gewöhnlich 20 Bogenlampen speiste. Hielt man ein kleines Eisenstück in die Axenrichtung der Bohrung und zwar gerade in die Mündung einer Kanone, so wurde diese kräftig nach aussen geschleudert; 19 cm von der Mündung fand weder Anziehung noch Abstossung statt. Wie sind diese beiden seltsamen Erscheinungen zu erklären?

*Auflösung:* In jedem Magneten und also auch Elektromagneten nimmt die Stärke des Magnetismus, wofern nicht volle Sättigung vorhanden ist, vom Rande nach der Mitte zu ab; in dem Luftraum ist dieselbe, da Luft für Magnetismus 100 bis 1000 mal weniger durchlässig ist als Eisen, bedeutend schwächer als vor der Mündung der Röhre. Das Hinauswerfen des Eisenstückes besteht somit in einem Hinausziehen in das stärkere magnetische Feld. In 19 cm Entfernung vor der Mündung drängten sich die magnetischen Linien von dem inneren Rand der Mündung her bogenförmig so zusammen, dass in der Luftraumspitze dieser Unterschied der magnetischen Stärke verschwand. Bei einer Verückung der Eisenkugel aus diesem neutralen Raume fuhr die Kugel in einem Bogen nach dem stark magnetisierten äusseren Rand des Rohres. — Der Versuch lässt sich mit röhrenförmigen Elektromagneten<sup>1)</sup> wiederholen, wenn ein kleines Eisenkugeln an feinem, langem, untordiertem Seidenfaden aufgehängt wird. Ein auf einen Schenkel gelegtes Papier nimmt in der Mitte keine Eisenfeile auf; hebt man das Papier in die Höhe, so zieht sich die Eisenfeile auch gegen die Mitte. W. Weiler, Esslingen.

18. Warum vermag ein concentrisch in einer Drahtrolle rotierender Magnetstab in dieser keinen elektrischen Strom zu erzeugen?

*Auflösung:* Mag man sich das magnetische Feld des Magnetstabes strukturlos, aber an den einzelnen Punkten verschieden dicht vorstellen, oder mag man an magnetische Linien denken, die vom Nordpol ausgehen und bei der Rotation Flächen beschreiben; jeder Punkt des Raumes behält trotz der Rotation seine magnetische Stärke bei; da also keine Änderung im magnetischen Feld eintritt, kann auch kein Strom entstehen. Dies gilt jedoch nur bei vollkommener Symmetrie. W. Weiler, Esslingen.

19. Kann eine Temperatur durch dieselbe Anzahl von R.- und F.-Graden oder von C.- und F.-Graden ausgedrückt werden?

*Antwort:*  $-25,6^\circ \text{ R.} = -25,6^\circ \text{ F.}$  und  $-40^\circ \text{ C.} = -40^\circ \text{ F.}$

Dr. G. Leonhardt, Dessau.

<sup>1)</sup> Hufeisenform; Grundplatte 120 mm  $\times$  50 mm  $\times$  5 mm; Länge des Schenkelrohrs 70 mm; äusserer Durchmesser 30 mm, innerer 22 mm; 4 Windungslagen, Drahtdicke 1,5 mm.

## Kleine Mitteilungen.

### Über Silikatvegetationen.

Von Prof. **Friedrich Brandstätter** in Pilsen.

Mit dem Namen „Silikatvegetationen“ bezeichnet man im Wasser unlösliche Metallsilikate, welche durch Wechselwirkung von kieselsauren Alkalien (Wasserglas) auf andere im Wasser lösliche Metallsalze in der Weise entstehen, dass man in die Wasserglaslösung einen Krystall oder sonst ein festes Stück des betreffenden Metallsalzes einlegt. Nach kürzerer oder längerer Zeit (Minuten, Stunden bis Tagen) erhebt sich das Reaktionsprodukt in mannigfaltigen, oft überaus zart und wunderbar gestalteten Formen, welche lebhaft an gewisse Thier- und Pflanzengebilde oder die sogenannten nachahmenden Gestalten im Mineralreiche erinnern.

Die Erscheinung ist ziemlich lange bekannt und schon **GLAUBER** hat im 17. Jahrhundert eine derartige Bildung von Ferrisilikat aus Eisenchlorid und Wasserglas beobachtet. In der chemischen Litteratur finden sich indessen über diese merkwürdigen Präparate ziemlich dürftige Angaben, welche sich höchstens auf gelegentlich eingestreute, flüchtige Erwähnung der Thatsache beschränken. Im Folgenden sollen deshalb einige auf Grund zahlreicher Versuche gewonnene Erfahrungen in Bezug auf Bildung und Herstellung dieser „Vegetationen“ mitgeteilt werden.

Im Allgemeinen sei zunächst bemerkt, dass die Formen der Metallsilikate sowie die Dauer ihrer Entstehung nicht nur von der Concentration der Wasserglaslösung, sondern auch von der Natur des in fester Gestalt angewendeten Metallsalzes abhängen. Ist jene stark verdünnt oder dieses im Wasser sehr leicht löslich oder gar zerfliesslich, so entstehen die Vegetationen sehr rasch, oft im Verlaufe von weniger als einer halben Stunde, sind aber auch weniger haltbar; bei concentrirten Lösungen oder minder leicht löslichen und luftbeständigen Metallsalzen geht das Auftreten und der Verlauf der Vegetationen langsamer vor sich und kann selbst mehrere Tage in Anspruch nehmen. Es resultieren hierbei aber die schönsten und dauerhaftesten Gebilde. Empfehlenswert ist daher, für leicht lösliche oder zerfliessliche Metallsalze eine concentrirtere, für schwer lösliche eine verdünntere Wasserglaslösung anzuwenden. Der Versuch selbst wird zweckmässig in verschliessbaren Standcylindern oder hohen, schmalen Pulvergläsern vorgenommen. Diese werden mit der käuflichen klaren Wasserglaslösung, die man in den meisten Fällen mit destilliertem Wasser verdünnt, angefüllt, und nun lässt man den Salzkrystall von oben einfallen, worauf man ihn mittelst eines Glasstabes auf die Mitte des Bodens bringt. Ist nach kürzerer oder längerer Zeit des ruhigen Stehens das Metallsilikat zum Abschluss seiner Entwicklung gelangt, was man an dem Stillstand weiteren Wachstums merken kann, so wird die oft trüb gewordene Wasserglaslösung vorsichtig und langsam durch reines, zuletzt destilliertes Wasser in der Weise ersetzt, dass man mittelst eines, bis zum Boden des Gefässes eingetauchten Hebers die Lösung abfliessen, gleichzeitig aber von oben her reines Wasser in eben dem Maasse so lange zufließen lässt, bis aus dem Heberrohr selbst nur reines Wasser zum Vorschein kommt. Diese Operation muss freilich sehr behutsam geschehen, gelingt jedoch bei einiger Übung vollkommen, ohne die oft überaus zarten Gebilde zu beschädigen. Diese halten sich nun monatelang ganz unverändert, wenn man nur dafür Sorge trägt, dass jede Erschütterung ferngehalten wird.

Von speciellen, besonders interessanten Bildungen seien die folgenden erwähnt:

Bariumsilikat erscheint in schneeweissen, der Eisenblüthe sehr ähnlichen, corallen- oder baumartig verzweigten Gestalten. Man verdünnt die Wasserglaslösung mit der doppelten bis dreifachen Menge destillierten Wassers und legt einen Krystall oder ein Krystallaggregat von Bariumchlorid ein.

Aluminumsilikat und Zinksilikat, beide aus den betreffenden Sulfaten erzeugt, sind ebenfalls weiss, ersteres in mehr derberen, röhrenförmigen, knotig unterbrochenen, letzteres in zarten, haarförmigen, vielfach verzweigten und verschlungenen Gebilden auftretend.



Das Ferrosilikat aus Eisenvitriol bildet überaus lange, haardünne, an Konferven erinnernde, büschelig gruppierte Fäden von einer anfangs grün-weissen, später infolge eines Oxydationsprozesses auftretenden dunkelgrünen und zuletzt braun werdenden Farbe. Aus Ferrichlorid oder Eisenaalaun erzeugt, ist die Bildung aus dicken, mannigfach verzweigten, knorrigen Ästen von braunrother Farbe zusammengesetzt.

Überaus reizend ist das Kobaltsilikat, aus Kobaltsulfat und einer zwei- bis dreifach verdünnten Wasserglaslösung erzeugt. Es bildet zartfädige, knotige, vielfach verzweigte, lockenartig gedrehte und verschlungene Gestalten, die anfangs von tief indigoblauer Farbe sind, nach einigen Tagen allmählich dunkelgrün werden und einem zarten Moosbüschel gleichen.

Das aus Nickelsulfat erzeugte Nickelsilikat erscheint dendritisch verzweigt und prächtig hellgrün gefärbt, während das leichter lösliche und zerfliessliche Nickelchlorid tropfsteinartig aufstrebende Gestalten hervorbringt.

Ähnlich stalagmitenförmig und von schön citrongelber Färbung erscheint das aus Uranylнитrat oder Uranacetat entsprossene Uransilikat.

Chromalaun erzeugt sehr schwierig und langsam blumenkohlartige, dunkelgrüne Bildungen.

Das Mangansilikat aus Manganchlorür ist anfangs rötlich-weiss, später braun werdend, wächst ziemlich rasch und giebt in concentrirteren Wasserglaslösungen mehr derbe, korallenförmig verzweigte, in verdünnten Lösungen mehr zarte, fädige Gebilde.

Ähnlich verhält sich das viel langsamer wachsende, prächtig himmelblaue Kupfersilikat, das man aus Kupfervitriol erhält. Die zarten, büschelig gruppierten, fädigen Bildungen sehen täuschend gewissen, im Wasser fluthenden Algen gleich. —

Was die Ursache dieser merkwürdigen Bildungen anbelangt, so ist es wohl schwer, auch nur Vermutungen darüber auszusprechen. Sie allein auf Kosten des Kohlensäuregehaltes der käuflichen Wasserglaslösungen derart zu erklären, dass die infolge der Wechselwirkung auftretenden Kohlensäurebläschen bei ihrem Aufsteigen in der Flüssigkeit gewissermaassen Röhren des gebildeten Silikates nachziehen, wie in Roscoe-Schorlemmers ansführlichem Lehrbuche der Chemie (II 509) bemerkt wird, geht schon mit Rücksicht auf die überaus mannigfaltigen und oft vielfach verzweigten, gedrehten und verschlungenen Bildungen nicht an und würde auch nicht im Geringsten begreiflich machen, dass gewisse Metallsilikate nur zu ganz bestimmten Bildungen Neigung haben. So erscheint Kobaltsilikat stets nur in zarten, vielfach verschlungenen haarförmigen Gebilden, während das Uransilikat unter allen Umständen die derberen tropfstein- oder korallenähnlichen Formen annimmt.

Es erscheint eben hier wieder derselbe Bildungs- und Gestaltungstrieb, wie ihn die Natur sowohl im Reiche des Lebenden als auch in der unorganischen Welt in oft merkwürdig übereinstimmenden Formen zur Schau trägt. Vielleicht können uns aber diese Silikatvegetationen einen Fingerzeig für die Art und Weise der Bildung so mancher nachahmender Mineralgestalt geben.

### Regel über die Richtungen des Stromes, der Magnetnadel, der Kraftlinien und der Bewegung des Induktors.

Von W. Weiler in Esslingen.

Die Ampèresche Schwimmerregel ist in die rechte Handregel abgeändert worden und lautet: Halte die rechte Hand so, dass der Zeigefinger nach der Richtung des Stromes weist und dass die (innere) Handfläche gegen den Magneten gerichtet ist, so zeigt der ausgestreckte Daumen die Richtung an, nach welcher der Nordpol abgelenkt ist (Fig. 1).

In ähnlicher Weise lässt sich aber auch die Flemingsche Regel mit den drei zu einander rechtwinklig stehenden Fingern (wozu man indessen mit Vorteil drei Drähte zusammenlötet) ausdrücken: Zeigt der ausgestreckte



Fig. 1.

Daumen in die Richtung der Bewegung, treten die vom Nord- nach dem Südpol verlaufenden Kraftlinien zur inneren Handfläche ein und zum Handrücken aus, so fließt der inducierte Strom in der Richtung des Zeigefingers. In beiden Fällen kann man anstatt des Zeigefingers die Richtung der aus der Schreibfeder fließenden Tinte setzen.

Ferner hat der Schüler, um den Nordpol einer Spirale oder eines Elektromagneten zu finden, noch die Regel zu lernen: Sieht man in der Richtung der Axe und kreist der Strom der Richtung des Uhrzeigers entgegen, so hat man den Nordpol vor sich (Fig. 4). Endlich soll der Schüler noch die Umkehrung der Flemingschen Regel behalten, um die Richtung der Bewegung bestimmen zu können, wenn in den Induktor ein Strom geleitet wird (Fig. 2 u. 4).

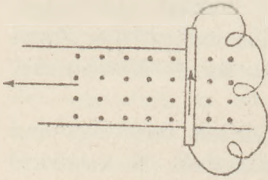


Fig. 2a.

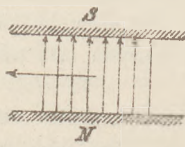


Fig. 2b.

Lassen sich alle diese Regeln nicht in eine einzige zusammenfassen, oder wenigstens in zwei eng verbundene?

Hält man nach Fig. 2a die Handfläche über das Papier, so treten die Kraftlinien von unten her ein, der Daumen zeigt in die Richtung des Pfeiles und der Strom fließt nach dem Pfeile des Schlittens; dasselbe trifft ein, wenn man in Fig. 3 die Hand nahezu senkrecht zur Papierfläche hält, die innere Handfläche gegen den Nordpol *N* gerichtet; die Kraftlinien dringen dann durch die Hand. Wird aber der Schleife (Fig. 3) oder dem Schlitten (Fig. 2a) Strom zugeleitet, so hat man nur die Hand umzukehren, d. h. die Kraftlinien zum Handrücken eindringend zu denken; der Zeigefinger behält seine Richtung bei, aber der Daumen weist jetzt nach entgegengesetzter Richtung. In Fig. 4 wird durch Rotation

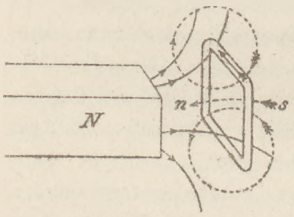


Fig. 3.

des Leiters Strom induciert; führt man ihm in derselben Richtung Strom zu, so weist der Daumen der umgewendeten Hand, in welche die Kraftlinien nun vom Rücken eindringen, nach der dem tangierenden Pfeile entgegengesetzten Richtung, d. h. nach der Richtung, in welcher der Leiter sich jetzt bewegt. Legt man in Fig. 1 und 5 den Zeigefinger in die Richtung des zugeführten Stromes, die Handfläche aber vor die rechte Öffnung der Schleife, so zeigt der ausgestreckte Daumen nach dem Nordpol der Magnetnadel und die Kraftlinien treten vom Handrücken durch die Hand.

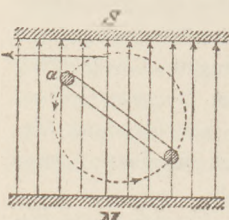


Fig. 4a.

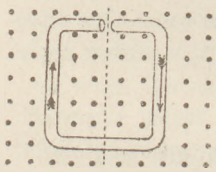


Fig. 4b.

Hieraus ergibt sich die allgemeine Regel:  
Soll ein Strom in einem magnetischen Felde induciert werden, so halte die Hand so, dass die Kraftlinien durch die Handfläche eindringen und der Daumen nach der Richtung der Bewegung weist; der Zeigefinger deutet dann die Richtung des inducierten Stromes an; wird aber Strom zugeführt, so halte den Zeigefinger in die Richtung des Stromes und den Daumen nach der Richtung der Bewegung und die Richtung des Nordpols der abgelenkten Magnetnadel an.

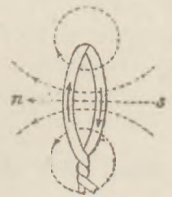


Fig. 5.

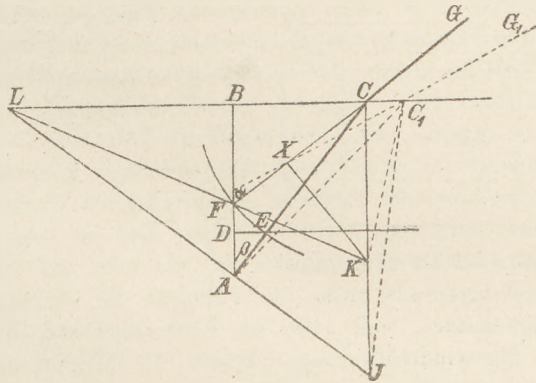
Der Zeigefinger behält somit stets seine Richtung; man hat nur die Hand um ihn zu drehen, bei Stromerzeugung die Kraftlinien zur Handfläche und bei Stromzufuhr durch den Handrücken eintreten zu lassen; der Daumen bleibt dabei stets ausgestreckt. Hält man die Richtungen des Daumens und des Zeigefingers fest, so folgen daraus die Richtungen der Kraftlinien bei Stromerzeugung und Stromzufuhr.



**Scheinbarer Ort eines unter Wasser befindlichen Punktes.**

Von Dr. **Ktudel** in Berlin.

Unter der Wasseroberfläche  $BC$  sei der Punkt  $A$  gegeben. Es ist  $AB \perp BC$ , und  $AC$  irgend ein von  $A$  ausgehender Lichtstrahl.  $AB$  ist durch den Punkt  $D$  dem Brechungs-exponenten  $n$  entsprechend so geteilt, dass  $AB : DB = n : 1$  ( $= 4 : 3$ ), und durch  $D$  ist zu  $BC$  die Parallele  $DE$  gezeichnet, die also  $AC$  nach demselben Verhältnisse teilt. Wird nun um  $C$  mit  $CE$  ein Kreis gezeichnet, der  $AB$  in  $F$  schneidet, und wird die Gerade  $FC$  über  $C$  verlängert, so ist diese Verlängerung  $CG$  der in die Luft austretende Strahl. Wird nämlich  $\angle BAC = \beta$ ,  $\angle BFC = \alpha$  gesetzt, so ist  $\sin \alpha : \sin \beta = AC : FC = AC : EC = n : 1$ . (Vgl. diese Zeitschr. I 199.)



Genau ebenso wie der Lichtweg  $ACG$  sei nun ein zweiter  $AC_1G_1$  gezeichnet, und die Richtungen  $GC$  und  $G_1C_1$  mögen sich in  $X$  schneiden. Errichtet man noch in  $C$  auf  $CC_1$ , in  $A$  auf  $AC$ , in  $X$  auf  $C_1X$  die Senkrechten bis zu den Schnittpunkten  $J$  und  $K$ , und verbindet diese Punkte mit  $C_1$ , so ist  $\angle CKC_1 = CXC_1 = \alpha_1 - \alpha$  und  $\angle CJC_1 = CAC_1 = \beta_1 - \beta$  und  $\sin(\alpha_1 - \alpha) : \sin(\beta_1 - \beta) = C_1J : C_1K$ .

Denkt man sich nun den Punkt  $C_1$  unbeschränkt nahe an  $C$  heranrücken, so wird  $X$  zu dem gesuchten scheinbaren Orte von  $A$ , der Punkt  $J$  ändert sich nicht, der Punkt  $K$  wird der Schnittpunkt von  $CJ$  und der auf  $CX$  in  $X$  errichteten Senkrechten; und die vorige Gleichung verwandelt sich in  $(\alpha_1 - \alpha) : (\beta_1 - \beta) = CJ : CK$ . Es ist aber  $(\alpha_1 - \alpha) : (\beta_1 - \beta) = \operatorname{tg} \alpha : \operatorname{tg} \beta$  (vgl. *Trappe 1893, S. 211*), also  $CJ : CK = \operatorname{tg} \alpha : \operatorname{tg} \beta = BA : BF$ .

Die letzte Proportion enthält folgende Konstruktion für den scheinbaren Ort des gegebenen Punktes  $A$ : Die in  $A$  auf dem beliebigen Strahle  $AC$  errichtete Senkrechte schneide die Wasseroberfläche in  $L$  und die in  $C$  auf  $LC$  errichtete Senkrechte in  $J$ ; der gebrochene Strahl  $GC$  schneide  $AB$  in  $F$ , und die Verbindungslinie  $LF$  schneide  $CJ$  in  $K$ . Von  $K$  wird auf  $CF$  die Senkrechte  $KX$  gefällt. Ihr Fusspunkt ist der gesuchte scheinbare Ort.

**Eine historische Bemerkung.**

Von Professor **O. Rosenbach** in Breslau.

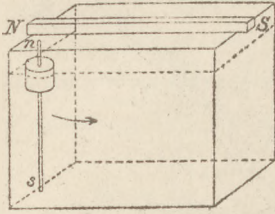
Bei eingehendem Studium von Goethes Farbenlehre habe ich gefunden, dass die von mir in dieser Zeitschrift (*VI 290*) beschriebenen Erscheinungen an parallel-epipedischen Glaskörpern bereits von Goethe beobachtet und zur Stellung der Sonne in Beziehung gebracht worden sind.

Dafür, dass ich diese Beobachtungen früher übersehen habe, muss ich die von Goethe gewählte Bezeichnung, die leicht zu einer missverständlichen Auffassung über den Inhalt des betreffenden Kapitels verleitet, verantwortlich machen. Er nennt die Phänomene nämlich entoptische, weil sie im Innern der Körper auftreten, und bringt sie dadurch zwar in treffenden Gegensatz zu den von ihm als epoptische und paroptische bezeichneten Erscheinungen, giebt aber natürlich für uns, die wir unter entoptischen Vorgängen nur die im Innern des Auges stattfindenden Vorgänge verstehen, Anlass zu irrthümlicher Auffassung.

Ich möchte die Gelegenheit nicht vorübergehen lassen, ohne auch an dieser Stelle zum Studium von Goethes Farbenlehre aufzufordern, das für Jeden, der sich einmal in den etwas spröden Stoff eingearbeitet hat, eine Quelle des Genusses und der Belehrung bieten wird. Hoffentlich ist die Zeit nicht mehr fern, in der man den Bestrebungen Goethes und Schopenhauers für die Farbenlehre die gebührende Gerechtigkeit widerfahren lassen wird.

## Für die Praxis.

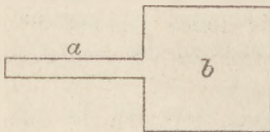
Darstellung der magnetischen Kraftlinien. Von W. Weiler in Esslingen. In sehr anschaulicher und für den Unterricht lebendiger Weise werden die magnetischen Kraftlinien von einem Schwimmer vorgeführt. Über ein thunlichst grosses Glasgefäß — die Form desselben ist nebensächlich — legt man einen sehr stark magnetisierten Stahlstab und wendet während der Versuche seine Seiten;



durch einen Kork steckt man eine gleichfalls magnetisierte Stricknadel, so dass sie, aufrecht schwimmend, im eingefüllten Wasser mit ihrer oberen Spitze bis nahe an den Magnetenstab reicht. Sodann hält man die Nordpole an verschiedenen Stellen des Magnetstabes übereinander; der Schwimmer durchläuft seine entsprechenden Kurven und kommt unter der Südpolseite zur Ruhe. Die zu jeder Kurve gehörigen Tangenten zeigt eine kleine leichte Magnetnadel an, die man auf die fein zugeschliffenen Spitzen der Stricknadel legt; nur muss die Polarität der Stricknadel ziemlich stärker sein als die der Magnetnadel, weil sonst die Abstoßung der ersteren die Anziehung der letzteren nicht zu überwinden vermag. Damit die Magnetnadel am Magnetstab nicht hängen bleibt, steckt man einen feinen Messingdraht seitwärts in den Kork und biegt ihn über der Nadel kreisförmig. (Vgl. auch dieses Heft S. 155.)

In ähnlicher, aber weniger eleganter Art durchläuft die an einem feinen, langen, austordierten Faden senkrecht aufgehängte Stricknadel ihre Kurven, wenn man ihren Nordpol von der Seite her schief gegen den Nordpol des Magnetstabes fallen lässt; sie beschreibt dann Bögen um den Nordpol, indem sie sich mehrmals von einer Seite auf die andere wendet.

Galvanische Felder. Von W. Saltmann in Neu-Ruppin. Die in dieser Zeitschrift (V 304) gegebenen Bemerkungen über Herstellung galvanischer Felder veranlassen mich, auch meine in dieser Beziehung gemachten Versuche mitzuteilen: Das magnetische Feld einer Stromgeraden lässt sich recht wohl mit Eisenfeile sichtbar machen, wenn man nur kräftige Ströme anwendet. Ein nackter Kupferdraht wird durch ein viereckiges Stück recht glatten, steifen Papiers (weisser Aktendeckel) gesteckt und dann in verticaler Stellung in einem Polhalter festgeklemmt; als Stromquelle benutze ich drei parallel geschaltete Bunsensche Elemente, so dass die Stromstärke circa 20 Ampère beträgt. Streut man nun um den Draht herum Eisenfeile auf das Papier, so bilden sich deutlich concentrische Kreise aus, deren Entwicklung durch leises Klopfen auf das Papier befördert wird. Sehr schön gelingt die Darstellung des magnetischen Feldes einer Drahtspule.



Man legt die Drahtspule, welche aus mehreren Lagen ziemlich dicken Drahtes besteht (dieselbe eignet sich vorzüglich um die Anziehung von Eisenkernen in die Höhlung von Solenoiden zu zeigen) auf eine Unterlage, schiebt ein, wie Figur zeigt, ausgeschnittenes Blatt von steifem, glattem Papier mit dem Stiel *a* in die Spule und lässt die Fläche *b* auf einem darunter gestellten Tischchen aufliegen. Damit auch *a* in der Spule eine Unterlage hat, schiebt man in dieselbe ein halbcylinderförmiges Stück Holz. Als Stromquelle benutze ich sechs hinter einander geschaltete Bunsensche Elemente; streut man nun Eisenfeile auf das Papier, so wird das galvanische Feld mit auffallender Schärfe auf ziemlich weite Entfernung hin sichtbar. Die Kraftlinien verlaufen sehr regelmässig, wie die Theorie verlangt; ein Teil der Eisenfeile marschiert besonders bei leisem Klopfen in die Spule hinein und findet sich nach Unterbrechung des Stromes auf dem herausgezogenen Papier (dem Stiel *a*) in geraden, parallel der Axe gerichteten Linien vor, ein schöner Beweis, dass die Kraftlinien im Innern der Spule parallel der Axe verlaufen.



## Berichte.

### 1. Apparate und Versuche.

**Thermo-Galvanoskop** von M. MAYENÇON. Das Instrument, das als Galvanoskop und zugleich als Thermoskop dienen kann, ist ein Unterrichtsapparat, welcher auf der Ausdehnung eines erwärmten Drahtes beruht. — Die Ausdehnung eines Metalldrahtes, der zwischen den beiden Klemmschrauben  $DD'$  (Fig. 1) ausgespannt ist, wird auf eine geistreiche Weise vergrößert und durch die Bewegung eines Zeigers vor einem getheilten, auf zwei Messingsäulen ruhenden Halbkreis  $H$  weithin sichtbar gemacht. Die beiden Schrauben  $DD'$  sitzen auf zwei Querplatten aus Ebonit  $QQ'$ , welche an den auf einem Mahagonibrett stehenden Säulen  $S$  befestigt sind. Der Draht

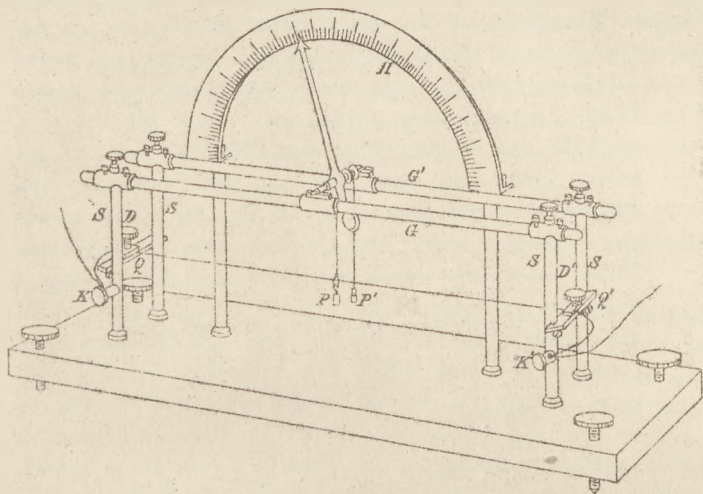


Fig. 1.

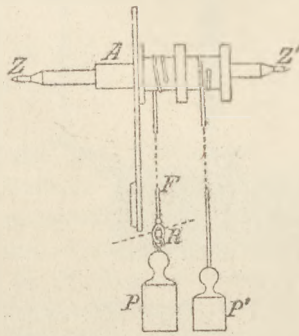


Fig. 2.

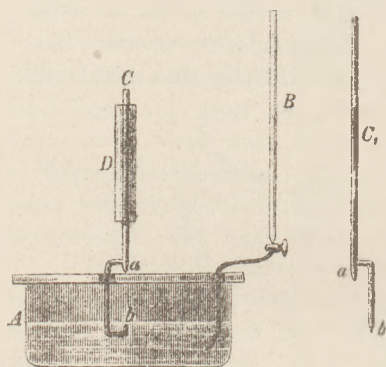
ist auf diese Weise elektrisch isoliert. Mittels der beiden Klemmen  $KK'$  kann man ihm, wenn der Apparat als Galvanoskop dienen soll, den Strom zuführen. Der mehr oder weniger gespannte Draht geht durch einen Ring  $R$  (Fig. 2), welcher an dem einen Ende eines um die Axe  $A$  geschlungenen Seidenfadens  $F$  befestigt ist. Die Axe  $A$  trägt den Zeiger und dreht sich mit zwei Stahlzapfen  $ZZ'$  auf zwei Lagern, welche an zwei metallischen, auf den beiden wagrechten Glasstäben  $GG'$  sitzenden Fassungen angebracht sind. Die Spannung des Seidenfadens wird durch ein Gewicht  $P$  erreicht, dem ein anderes, etwas kleineres Gewicht  $P'$  entgegenwirkt, das durch einen Faden ebenfalls an der Axe befestigt ist. — Dehnt sich der Draht aus, so sinkt das Gewicht  $P$ , die Axe dreht sich und nimmt den Zeiger mit (vgl. dieses Heft S. 130). Wird der Draht direkt erwärmt oder abgekühlt, so dient der Apparat als Thermoskop. Er soll so empfindlich sein, dass schon eine offene Thür im Hörsaal eine Drehung des Zeigers um mehrere Grade bewirke. — Wenn man die Klemmschrauben  $DD'$  hoch genug anbringt und das Gewicht  $P$  durch eine Wageschale ersetzt, kann man mit dem Instrument auch die Versuche von S'Gravesande (*Phys. el. math.*, vgl. *Violle, Phys. I, 394*) über Elasticität ausführen. (*La Lum. El. XLV 627*).

M.

**Ein einfacher Interferenzapparat.** Zur Beobachtung von Beugungserscheinungen kann man bekanntlich das Objektiv eines Fernrohrs mit einem undurchsichtigen Diaphragma bedecken, welches zwei schmale Spalten hat. Sieht man durch das Fernrohr nach einem leuchtenden Punkte oder Spalte, der den beiden engen Schlitzen parallel ist, so beobachtet man einen glänzenden weissen Mittelstreifen, der von Interferenzstreifen eingefasst wird. Lord Rayleigh hat die Rolle, welche das Fernrohr bei diesem Verfahren spielt, untersucht und auf der Versammlung der British Association zu Nottingham mitgeteilt, dass man ebenso gute Interferenzstreifen erhält, wenn man ein einfaches Messing- oder Pappdeckelrohr benutzt, welches an einem Ende einen einfachen Schlitz, an dem anderen aber einen Doppelschlitz hat, der aus zwei feinen Ritzen im Abstände von  $\frac{1}{4}$  mm auf

einem chemisch versilberten Glas besteht. Da das Auge eine Linse und einen Schirm enthält, ist, wie Glazebrook bemerkt, bei optischen Versuchen das Beobachtungsfernrohr häufig entbehrlich. (*Nature*, 28. Sept. 1893. S. 528). M.

**Sphärometer** von G. GUGLIELMO. Ein cylindrisches oder prismatisches Glasgefäß ist mit einer zweifach durchbohrten Glasplatte bedeckt. Durch die eine Durchbohrung führt ein Kautschukschlauch, der mit dem Ausflussrohr der Bürette *B* verbunden ist, fast bis auf den Boden des Gefäßes. Durch die zweite Öffnung ist ein gläserner oder metallener Stab *C* oder *C*<sub>1</sub> gesteckt, der mit zwei Spitzen *a* und *b* versehen ist und mittels der Führung *D* in geeigneter Weise befestigt wird. Die Messungen mit dem Apparat werden folgendermaassen ausgeführt: Man giesst in die verschlossene Bürette und in das



Gefäß eine Flüssigkeit, so dass der Spiegel in *A* genau die Spitze *b* berührt und schiebt den Gegenstand, dessen Dicke *z. B.* ermittelt werden soll, unter die Spitze *a*, wodurch die Spitze *b* über den Flüssigkeitsspiegel gehoben wird; nun lässt man aus der Bürette so viel Flüssigkeit ausfließen, dass der Spiegel wieder gerade von *b* berührt wird. Der Quotient aus der zugefügten Flüssigkeitsmenge durch den Querschnitt des Gefäßes *A* giebt die gesuchte Dicke. Durch eine geeignete Wahl der Querschnitte der Bürette und des Gefäßes kann man die Empfindlichkeit des Apparates beliebig steigern. Bringt man an der Bürette noch eine Vorrichtung an, um die Flüssigkeit wieder in diese zurückzusaugen

zu können, so lassen sich beliebig viele Einstellungen für dieselbe Bestimmung hintereinander machen. Übersteigt die hinzuzufügende Flüssigkeitsmenge den Inhalt der Bürette, so setzt man den Hauptteil der Flüssigkeit mit Hilfe genau ausgewogener Fläschchen und den Rest mittels der Bürette hinzu. Als Flüssigkeit ist besonders vorteilhaft Quecksilber, aber auch Wasser lässt sich bei geeigneten Vorsichtsmaassregeln mit Erfolg verwenden; im ersteren Falle bedient man sich des Stäbchens *C*<sub>1</sub>, im letzteren des Stäbchens *C*. Soll die Genauigkeit der Messung nicht leiden, so muss das Stäbchen genau lotrecht stehen, auch darf es während der Messung nicht rotieren, ferner ist darauf zu achten, dass die Glasplatte, auf welche sich die Spitze *a* stützt, genau eben und wagerecht ist. Wie bei den Sphärometern mit Mikrometerschraube die Fehler der Schraube, so müssen hier die Teilungsfehler der Bürette durch sorgfältige Kalibrierung ermittelt werden. Sowohl bei Anwendung von Quecksilber als auch von Wasser konnte bei mehreren Einstellungen desselben Flüssigkeitsspiegels eine Genauigkeit von 0,001 mm erreicht werden. Ein grosser Vorzug des neuen Sphärometers ist, dass man es sich mit den Hilfsmitteln, welche in jeder physikalischen Werkstätte vorhanden sind, leicht selbst anfertigen kann. (*Atti d. R. Acc. d. Lincei Rendt.* 1893. I. Sem. Fasc. 4. *Zeitschr. f. Instrumentenkunde* XIII 393.) M.

## 2. Forschungen und Ergebnisse.

**Über die Dichtigkeit verdünnter wässriger Lösungen.** Von F. KOHLRAUSCH und HALLWACHS. (*Göttinger Nachrichten* 1893. 350). Zur Bestimmung der Dichtigkeit verdünnter Lösungen bedienen sich die Verfasser der hydrostatischen Wage, bei welcher der in die Flüssigkeit eintauchende Körper aus einer Glaskugel von 130 ccm Inhalt und 134 g Gewicht besteht, die an einem feinen benetzten Coconfaden aufgehängt ist. Während des Mischens der Flüssigkeit und des Umrührens derselben wurde die Kugel durch einen Glasring getragen und erst während der Wägung selbst aus ihrer Arretierung freigelassen. Die Temperatur der Flüssigkeit wurde an einem in hundertel Grade getheilten Thermometer abgelesen. Es gelang auf diese Weise, die Dichtigkeit bis zur sechsten Decimale zu bestimmen. Die Versuche zeigen, dass ebenso wie bei stärkeren, auch bei



verdünnten Lösungen die Dichtigkeit langsamer wächst, wie die Concentration. Die Grösse der Verzögerung, welche die Dichtigkeitszunahme erfährt, ist für die verschiedenen Körper verschieden gross. Geht man von der Vorstellung aus, dass der vom Wasser eingenommene Raum durch Auflösen des Körpers nicht geändert werde, so nimmt das von einem Gramm-Molekül des Körpers in der Lösung eingenommene Volumen von einem positiven oder auch negativen Werte anfangend mit wachsender Concentration zu und nähert sich einem Grenzwerte, welcher gleich ist dem von einem Gramm-Molekül des ungelösten Körpers eingenommenen Volumen. Die Untersuchung von Beziehungen zwischen der Dichtigkeit verdünnter Lösungen und ihrer Leitungsfähigkeit und ihrem Lichtbrechungsvermögen soll einer späteren Arbeit vorbehalten bleiben.

H. R.

**Specifische Wärme des Wassers.** BARTOLI und STRACCIATI haben ihre achtjährige Arbeit über die specifische Wärme des Wassers zum Abschluss gebracht. Die corrigierte Formel über die Wärmemenge, die erforderlich ist, um die Temperatur eines Grammes Wassers von  $0^\circ$  bis  $t^\circ$  C. zu erhöhen, worin  $t$  kleiner ist als  $+31$ , ist nach den *Rendiconti del Reale Istituto Lombardo* (2) 26, S. A.

$$1,006880 t - 278 \times 10^{-6} t^2 - 205 \times 10^{-8} t^3 + 25,375 \times 10^{-11} t^4 - 26 \times 10^{-10} t^5.$$

Diese Formel ist nach acht verschiedenen Methoden und aus mehreren Tausend Bestimmungen erlangt worden.

W. W.

**Über die oscillierenden Entladungen des Blitzes und des Nordlichtes.** Von TROWBRIDGE (*Phil. Mag.* [5] XXXVI 343, 1893). Nach der Methode von Feddersen hat Trowbridge die Funkenentladungen in der Luft mit dem rotierenden Spiegel untersucht und photographisch fixiert. Zur Erzeugung der erforderlichen Potentialdifferenz diente eine Wechselstrommaschine, die bei 300 bis 400 Wechseln in der Sekunde einen Strom von 15 bis 20 Ampère lieferte. Derselbe wurde durch die Primärwindungen eines Transformators geleitet, in dessen Sekundärspule neben der 2 cm langen Funkenstrecke ein Ölcondensator eingeschaltet war. Hierdurch ergaben sich oscillierende Entladungen von grosser Wechselzahl — über 100 000 in der Sekunde — hoher Spannung und grosser Elektrizitätsmenge. Es zeigte sich, dass jede Entladung durch einen Funken eingeleitet wird, welcher den Luftwiderstand überwindet und einen mit intensiv heisser Luft gefüllten Kanal herstellt, in welchem sodann die ihm folgenden Schwingungen stattfinden. Jede Krümmung in der Bahn des einleitenden Funkens ist in der Abbildung wiedergegeben und man erkennt, dass die darauf folgenden 10 bis 12 Oscillationen genau denselben Weg in der Luft einhalten. Die Metalldämpfe, welche von den aus Zinn bestehenden Elektroden herrühren, bleiben in der Luft etwa  $3 \cdot 10^{-5}$  Sekunden lang suspendiert und breiten sich alsdann in der Form eines Kometenschweifes aus. Sobald die erhitzte Luft emporsteigt und sich zerstreut, werden die Schwingungen der elektrischen Entladung rapide gedämpft und die Kraftlinien, welche von der einen Elektrode ausgehen, suchen durch den Luftraum hindurch die andere Elektrode zu erreichen, es tritt die Erscheinung der Büschelentladung ein, welche in einem Glühen an jeder Elektrode ohne disruptive Entladungen besteht. Ist der Zwischenraum der Elektroden mit verdünnter Luft gefüllt, so zeigt sich die Energie längs der Kraftlinien in molekularen Wirkungen von veränderlicher Form. Hält man in der einen Hand eine Vacuumröhre und berührt man mit der anderen die eine Elektrode eines Transformators, so kann man das Rohr zum Leuchten bringen und durch Nähern der zweiten Elektrode die Büschelentladung in die disruptive Form überführen. Dasselbe erhält man, wenn man zwischen die beiden Elektroden des Transformators die Vacuumröhre nebst einem grossen Wasserwiderstande einschaltet. Die Schichtungen, welche in den leuchtenden Vacuumröhren auftreten, zeigen keine Abhängigkeit von der Schwingungsdauer der elektrischen Oscillationen oder von der Selbstinduktion im Stromkreise. Man kann sie willkürlich hervorrufen und ändern dadurch, dass man die Wandung des Entladungsrohrs an irgend welchen Punkten ableitend mit dem Finger berührt. Die disruptiven Entladungen sind dem Blitze, die Büschelentladungen dem Nordlicht analog. Die Schichtungen und Pulsationen des letzteren werden nicht

durch die Wirkung von äusserst schnellen elektrischen Schwingungen auf die Moleküle der verdünnten Luft erklärt, sondern aus der Ablenkung der Kraftlinien, welche von geeigneten Erdleitungen in der Form von wolkigen und feuchten Regionen hervorgerufen wird.<sup>1)</sup> H. R.

### 3. Geschichte.

Eine mittelalterliche Nachricht über einen Eisenmeteoriten. Dass schon den arabischen Alchemisten die Existenz von Meteoriten bekannt gewesen ist, geht aus folgender Mitteilung hervor, die sich bei Avicenna, und zwar nicht nur in den oft sehr verfälschten lateinischen Übersetzungen, sondern auch in den arabischen Handschriften findet. „Als im 11. Jahrhundert in Centralasien ein Luftstein gefallen war, befahl der Herrscher Mahmud der Gazneoide daraus ein Schwert zu verfertigen, aber das Metall konnte nicht bearbeitet werden: erat infrangibile et infabricabile.“

Herr Berthelot, dem wir die Veröffentlichung dieser interessanten Stelle verdanken (C. R. CXVI 678, 1893), setzt dieselbe in Beziehung zu den Mitteilungen über auffallend harte meteorische Eisenmassen, wie sie kürzlich Herr Nördenskjöld beschrieben hat. Es sei hinzugefügt, dass auch der Meteorit von Cañon Diablo, der durch seinen Gehalt an Diamanten ein so grosses theoretisches Interesse beansprucht, und über welchen auch in dieser Zeitschrift (VI 261, 1893) berichtet worden ist, die gleiche Eigenschaft und zwar wohl gerade in Folge seines Gehaltes an Splitterchen dieses Minerals besitzt. J. S.

Die beiden Nelli. Giambattista Clemente de' Nelli hat sich durch die Herausgabe der *Vita e commercio letterario di Galileo Galilei, Losanna 1793* vorzüglich aber durch die sorgfältige Sammlung und Erhaltung des Handschriften-Nachlasses von Galilei ein bleibendes Verdienst um die Geschichte der Physik erworben. Über diesen Nelli brachte die *Biographie universelle XXXI 43, Paris 1822* unrichtige Angaben, die später von Poggenдорff (II 267) weiter verbreitet wurden. In der *Zeitschr. f. Math. u. Phys. XXXVIII 121, 1893* berichtigt G. Berthold diese Irrtümer, die daraus entsprangen, dass zwei Nelli, Vater und Sohn, teilweise mit einander verwechselt wurden.

Der Vater ist Giambattista de' Nelli, di Agostino, Architekt und Senator zu Florenz, \* 1661 † 7. Sept. 1725. Er ist der Verfasser der *Discorsi di Architettura, Firenze 1753*, die erst nach seinem Tode der Sohn herausgegeben hat.

Der Sohn ist Giambattista Clemente de' Nelli, di Giambattista, Senator zu Florenz, \* 17... † 23. Dec. 1793. Dieser ist der Verfasser des *Saggio di Storia letteraria fiorentina* und der *Vita e commercio letterario di Galileo Galilei*. M.

### 4. Unterricht und Methode.

Über den physikalischen Unterricht am Ober-Gymnasium. Von GUIDO RITTER v. ALTH. Pr. Abh. Comm. Ober-Gymn. Wien, XIX. Bezirk, 1893. Der Verfasser behandelt die auch schon von Höfler in einem Vortrage (vgl. *d. Zeitschr. VI 113*) erörterte Frage, ob nach der Änderung des österreichischen Lehrplans für die Unterklassen (*d. Zeitschr. V 317*) auch eine Neuorganisation des Physikunterrichts an den Oberklassen erforderlich sei. Er beantwortet diese Frage ebenfalls bejahend, ohne sich indessen den einzelnen von Höfler angeführten Gründen anzuschliessen.

Bezüglich der Reihenfolge der Abschnitte hält er es für zweckmässig, in der VII. Klasse erst die Chemie, dann die Mechanik vorzunehmen, damit man Zeit gewinnt, die Schüler in der Mathematik so weit zu bringen, wie für die Mechanik erforderlich ist. Hieran will er dann Wellenlehre und Akustik anschliessen, dafür die Wärmelehre auf die oberste (VIII.) Klasse verweisen. An dem Anfang der Mechanik wünscht er mit Recht die bisher von den Instruktionen geforderte „Ergänzung des über die allgemeinen Eigenschaften Gelehrten“ beseitigt zu sehen und verlangt dafür (mit Höfler)

<sup>1)</sup> Vgl. auch diese *Zeitschr. VII 101*.



einige aufklärende Vorbemerkungen über die Aufgaben, die Methode, die Quellen, den Nutzen und die Geschichte des physikalischen Wissens.

Für die Mechanik stellt der Verfasser vor allem die Forderung, dass die drei Galilei-Newtonschen Prinzipien von vornherein als die Grundlage der ganzen Mechanik angegeben und thunlichst verdeutlicht werden. Er trifft damit in der That einen wunden Punkt, über den in den Lehrbüchern (und nicht blos in österreichischen) meist zu flüchtig hinweggegangen wird. Es genügt auch nicht, diese Prinzipien einfach als Axiome ohne weitere Begründung an den Anfang zu stellen, es muss mindestens angedeutet werden, wie die Wissenschaft zu diesen Prinzipien gelangt ist. Dies ist um so nötiger, als diese Prinzipien keineswegs denselben Grad von Evidenz haben wie die Axiome der Geometrie. (Wenn der Verfasser dies für das Trägheitsgesetz in Anspruch nimmt, so steht dem schon die Entdeckungsgeschichte des Prinzips entgegen, wofür besonders auf die in dieser Zeitschrift bereits öfter genannte Schrift von E. Wohlwill, *die Entdeckung des Beharrungsgesetzes*, verwiesen werden muss.)

In betreff der einzelnen Prinzipien unterzieht der Verfasser einige der bekannteren Lehrbücher der Kritik. Er findet nur in Machs Lehrbuch für die Oberstufe ein Verfahren, das neben der Erklärung der Erscheinungen auch die Methode der Auffindung ihrer Gesetze gebührend berücksichtigt. Das Beharrungsgesetz wird von Mach im Zusammenhange mit dem Kraftbegriff entwickelt, auf einem Wege, der nicht eigentlich der historische ist, vielmehr nur auf sinnreiche Art an historische Thatsachen anknüpft. (Der Machsche Gedankengang lässt aufs überzeugendste erkennen, dass das Beharrungsgesetz eine Folge der Kraftdefinition, also kein eigentliches Axiom ist.) Der Verfasser lehnt diesen Weg jedoch ab, weil hier vom Beharrungsvermögen erst nach der Bewegungslehre die Rede ist. Er zieht vor, das Trägheitsgesetz gleich im Beginn durch bekannte einfache Erfahrungsthatfachen dem Schüler begreiflich zu machen. (Wenn dies geschieht, so sollte nicht versäumt werden, wenigstens andeutungsweise an Galileis eigentümliche Schlussweise zu erinnern, die von der Bewegung auf absteigender und aufsteigender Bahn zu der Bewegung in horizontaler Richtung übergeht.)

Das Prinzip der Unabhängigkeit der Bewegungen soll durch einfache Versuche (Kugel in einer Rinne) und Hinweise auf alltägliche Erscheinungen (Bewegung in einem fahrenden Wagen) als giltig dargethan und daraus die Zusammensetzung und Zerlegung der Bewegungen abgeleitet werden.

Für das Prinzip der Gleichheit von Aktion und Reaktion verweist der Verfasser auf Machs Lehrbuch, Helms Elemente der Mechanik und Wronskys in dieser Zeitschrift (*II 173*) veröffentlichten Aufsatz. Er findet einige der von letzterem behandelten Beispiele besonders gut für den Gymnasialunterricht verwertbar.

Die Gründe für eine grössere Bedachtnahme auf die genannten drei Grundprinzipien stellt er wie folgt zusammen: 1. der systematische Zusammenhang der Erscheinungen wird gefördert; 2. die methodische Behandlung wird klarer und dadurch die Auffassung besser; 3. es wird mehr Bedacht auf die Erscheinungen des gewöhnlichen Lebens genommen, da sich aus ihnen die Naturgesetze ablesen lassen, ja thatsächlich ihnen auch abgelauscht wurden; 4. das historische Moment kommt mehr zur Geltung; 5. diese Behandlung hat mehr Anspruch auf Wissenschaftlichkeit. — Wir stimmen dem Verfasser darin bei, dass dem Schüler die drei Prinzipien als Grundlagen der Mechanik zu deutlichem Bewusstsein gebracht werden müssen und einer sorgfältigen Erörterung bedürfen. Die Frage, an welcher Stelle diese Erörterung vorzunehmen ist, wird verschieden beantwortet werden können, je nachdem man systematische oder methodische Gesichtspunkte für maassgebender hält.

In der Hydromechanik vermisst der Verfasser im allgemeinen eine ausreichende Begründung des Prinzips der gleichmässigen Druckfortpflanzung und verweist für die Ausfüllung dieser Lücke auf Wüllners Experimentalphysik. Er hält es für ungerechtfertigt (wie auch in dieser Zeitschrift schon ausgesprochen ist) das Prinzip aus dem Gesetz von

der Erhaltung der Energie abzuleiten, da vielmehr die Gültigkeit dieses Gesetzes für flüssige Körper erst durch das fragliche Prinzip bewahrheitet wird. Die genauere Behandlung des Compressionscoefficienten sowie der Gleichung für die Richtung der Schwerkraft an verschiedenen Punkten der Erdoberfläche hält er für überflüssig, auch beim Seitendruck wünscht er Beschränkung auf das Notwendigste. Bezüglich der oft ungenau dargestellten stabilen Schwimmelage verweist er auf Müller-Pouillet I § 94. Eine Fortsetzung wird in Aussicht gestellt. P.

**Physikalischer Lehrstoff für die Unterstufe.** Im Programm des K. Gymnasiums zu Wetzlar 1893 (*Pr. No. 467*) haben die Fachlehrer der Anstalt den „Lehrstoff für den naturwissenschaftlichen Unterricht der unteren und mittleren Klassen“ zusammengestellt. Darin umfasst der I. Teil des physikalischen Lehrgangs (in O III) den Lehrplänen gemäss mechanische und Wärmeerscheinungen, der II. Teil (in U II) Chemie und Mineralogie, nebst einigen Erscheinungen aus Magnetismus, Elektrizität, Akustik, Optik. Es sollen allgemein bekannte Thatsachen oder Fragen des praktischen Lebens den Ausgangspunkt, Beobachtungen im Schulzimmer, im Hause und in der freien Natur den Mittelpunkt des Unterrichts bilden. Als Hauptaufgabe wird die Erfassung der sich ohne Kunst des Lehrers darbietenden Erscheinungen in der heimatlichen Natur und dem täglichen Leben bezeichnet. Beschränkung auf das wirklich Wichtige und der Beobachtung zugängliche wird unbedingt gefordert. Auflösung von Aufgaben, Anfertigung von Zeichnungen, und sechs schriftliche Bearbeitungen im Jahr sollen zur Einübung des gewonnenen Wissens beitragen.

Die Auswahl ist, soweit sich aus den kurzen Andeutungen der Abhandlung erkennen lässt, der zur Verfügung stehenden Zeit angemessen auf ein geringes Maass beschränkt. Nach Raumerfüllung und Porosität (?), Aggregatzuständen, Cohäsion und Adhäsion werden aus der Mechanik fester Körper nur Schwere, Schwerpunkt, Beharrungsvermögen und Kraft, Rolle, Hebel, Wage, schiefe Ebene und Pendel ganz propädeutisch vorgeführt. Aus der Hydrostatik: hydraulische Presse und Druckfortpflanzung, zusammenhängende Röhren und Kapillarität (?), endlich das Archimedische Prinzip und die Aräometer. Aus der Aräomechanik: Barometer, Druck und Gewicht der Luft, Luftpumpe, Spannkraft der Luft, Heber, Pumpen, Blasebalg, Atmen und Saugen, Zerstäubungsapparat. Aus der Wärmelehre: Wärmeerzeugung, Thermometer, Ausdehnung fester Körper, des Wassers; Luftzug, Winde, Meeresströmungen; Wärmeleitung; Sicherheitslampe; Schmelzen und Schmelzpunkte; Sieden und Siedepunkte, Sieden bei verschiedenem Druck; Dampfmaschine; Feuchtigkeit der atmosphärischen Luft, Taupunkt, atmosphärische Niederschläge (?). — Diese Zusammenstellung entspricht im ganzen den in dieser Zeitschrift (*IV 161, V 169*) dargelegten Gesichtspunkten und ist als Zeichen der Übereinstimmung mit jenen Darlegungen zu begrüßen. Die Aufnahme der Luftfeuchtigkeit u. s. w. ist nur eine Concession an die aus U II Abgehenden, der Gegenstand gehört in die der O II zugewiesene Meteorologie.

Für den chemischen Kursus ist ebenfalls eine sehr begrenzte Auswahl getroffen, aus der nur die Leitworte hervorgehoben seien: Schwefel, künstliche Schwefelverbindungen, Kohle, atmosphärische Luft, Quarz, Kalkstein, Eisenerze, Wasser, Kohlensäure, Schwefelsäure, Kochsalz, Salpeter. In die Physik der U II sind eingereiht: Magneteisenstein, n. Anziehung und Abstossung, Kompass, Magnetisierung des Stahls, m. Deklination und Inklination, Erdmagnetismus. — Elektrizität von Glas und Siegelack, gute und schlechte Leiter, elektrische Anziehung und Abstossung, Elektrophor, elektrische Flasche, Elektrisiermaschine; Gewitter. — Galvanische Kette und Batterie, Wasserersetzung, Wirkung auf die Magnethedel; physiologische, Licht- und Wärmewirkung; chemische Wirkungen, Galvanoplastik; Elektromagnetismus, Telegraphie. — Monochord, Tonverhältnisse, Lippen- und Zungenpfeifen (?), menschliche Stimme; Schallgeschwindigkeit, Echo; Gehörorgan (?). — Schatten, optische Kammer, Spiegelung und Brechung des Lichtes, Sammel- und Zerstreuungslinsen.

Mit dem hier angegebenen Lehrstoff dürfte die äusserste Grenze dessen bezeichnet sein, was in der zugeheilten Zeit bewältigt werden kann, ohne dass die Behandlung eine



zu oberflächliche wird. An einzelnen Stellen, die Ref. mit ? versehen hat, wäre vielleicht eine noch weitere Beschränkung wohlangebracht. P.

**Aufgaben aus der Physik zum Gebrauche beim Unterrichte in der analytischen Geometrie.** Von KRUMME. (*Pädagogisches Archiv*, XXXIV 610 bis 625, 1892.)

Der Verfasser empfiehlt, zur Entlastung der Physik-Stunden die rein mathematische Discussion mancher physikalischer Aufgaben in den mathematischen Unterricht, besonders in die analytische Geometrie, zu verlegen, deren Verständnis ohne solche Anwendungen auf Physik und Astronomie oft mangelhaft bleibe. Er fügt den bisher mitgeteilten geeigneten Aufgaben hier die Untersuchung der Lissajousschen Figuren und die ausführliche analytische Behandlung der Wurflinie hinzu. Die Bewegung eines Punktes, der in zwei zu einander senkrechten Richtungen Schwingungen von gleicher Schwingungsdauer und gleichem Ausschlage ausführt, erfolgt je nach dem Phasen-Unterschied in einer Geraden oder einem Kreise oder einer Ellipse. In welcher Richtung diese Curven durchlaufen werden, zeigt die Gleichung derselben zwar nicht, dass aber die analytische Geometrie überhaupt unfähig sei, hierüber Aufschluss zu geben, ist wohl eine zu weit gehende Behauptung. Für die Kreisbahn, d. h. beim Phasenunterschied  $\frac{1}{4}$ , erfolgt die Entscheidung, wenn man die Polarcoordinaten als Function der Zeit darstellt, für die elliptische Bewegung dadurch, dass man sie durch stetige Änderung des Phasenunterschiedes aus einer Kreisbewegung ableitet, ohne durch eine geradlinige Bahn hindurchzugehen. Die Transformation auf die Hauptaxen zeigt, dass die Axen der Ellipse ( $Ax^2 + Bxy + Cy^2 + F = 0$ ) für  $A = C$  den Winkel der X- und Y-Axe, der ursprünglichen Schwingungsrichtungen, halbieren, folglich sind für den Winkel  $\alpha$ , um den das Axensystem gedreht werden muss, die beiden Werte  $\pm 45^\circ$  gleich möglich; hat man sich für einen von diesen entschieden, so ist damit die transformierte Gleichung eindeutig bestimmt. Der Verfasser wählt willkürlich das obere oder untere Zeichen, je nachdem in der Gleichung  $\tan 2\alpha = B/(A - C)$ , wo  $A = C$  wird,  $B$  positiv oder negativ ist, und giebt nicht an, nach welchen Gründen er die als Wurzeln einer quadratischen Gleichung gefundenen Hauptaxen an die neue X- und Y-Axe verteilt. Wie es scheint, lässt er sich dabei durch die Figur statt durch die Rechnung leiten.

Der Behandlung der parabolischen Wurflinie wird wohl mit Unrecht nur eine rein mathematische, keine physikalische Bedeutung beigelegt, weil Kanonenkugeln sich auch nicht annähernd in Parabeln bewegten. Das sind doch nicht die einzigen Körper, die geworfen werden. Kleinere Bälle, die aus freier Hand, grössere, die mittels eines sie schleifenförmig umhüllenden Riemens beim Turnen über weite Strecken geschleudert werden, bewegen sich hinlänglich genau in Parabeln, um die einfachen Wurfgesetze daran darlegen zu können (s. Kurz, *Ballistische Versuche*, d. *Zeitschr.* VI 252). Dasselbe gilt von den Wasserteilchen, die hintereinander sich längs eines Wasserstrahls bewegen (s. Reichel, d. *Zeitschr.* IV 290). Wenn man Stahlkugeln auf eine schwach geneigte, mit Mennige bestreute Platte von einem Punkte wiederholt mit gleicher Geschwindigkeit in verschiedenen Richtungen heraufrollen lässt, zeichnen diese selbst Parabeln auf, deren Einhüllende sich deutlich zu erkennen giebt. Endlich kann auch nur mit Hilfe der Gesetze des parabolischenwurfes gezeigt werden, wie die Emissionstheorie die Brechung und die Reflexion des Lichtes erklärt und zu welchen Folgerungen sie führt. — Von den Resultaten sei das folgende hervorgehoben: Der Winkel zwischen den beiden Anfangsrichtungen, mit denen ein Körper bei gegebener Anfangsgeschwindigkeit vom Fusse zu einem höher gelegenen Punkte einer schiefen Ebene frei geworfen werden kann, wird durch diejenige Wurf- richtung halbiert, der das Maximum der Wurfweite längs der schiefen Ebene entspricht.

M. Koppe.

**5. Technik und mechanische Praxis.**

**Der Telautograph** von ELISHA GRAY. Die Erfindung eines Schreibtelegraphen beschäftigte schon seit Jahren die hervorragendsten Elektrotechniker. Siemens, Cowper, Robertson, Delany, Edison, Bell und Andere versuchten die Lösung dieser Auf-

gabe teilweise schon vor teilweise zu derselben Zeit wie Prof. Gray. Keiner der verschiedenen construierten Apparate erwies sich zur praktischen Verwendung geeignet.

Der erste Schreibtelegraph, den Gray im Jahre 1887 baute, beruhte auf den Wirkungen veränderlicher Widerstände im Stromkreis, doch wurden diese Wirkungen in anderer Weise ausgenutzt als in dem Cowper-Robertson-Apparat. Die praktische Verwendung dieses Instrumentes war nicht möglich, weil die meisten Telegraphendrähte oberirdisch gespannt und dem Einfluss der Witterung ausgesetzt sind, wodurch in den Leitungen beträchtliche Störungen verursacht werden. Der zweite Apparat, den Gray erfand, war zwar unabhängig von den Stromschwankungen in der Leitung, weil die Bewegungen des Schreibstiftes unabhängig von der Spannung nach dem Empfangsorte übertragen und dort mechanisch wieder erzeugt wurden. Die Konstruktion, auf welche Gray seinen Patentanspruch gründete, war jedoch zu compliciert, als dass sie in der Praxis Verwendung finden konnte. (*Zeitschr. f. Elektrotechnik XI 416*).

In der westlichen Galerie des Elektrizitätsgebäudes in Chicago hatte Gray einen neuen verbesserten und vervollständigten Apparat, den Telautographen, ausgestellt, der eine der wichtigsten Erfindungen auf dem Gebiete des telegraphischen Verkehrswesens ist. Prof. E. Budde giebt in der *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure (XXXVII 1608)* davon folgende Beschreibung:

Das Instrument löst bekanntlich die Aufgabe, Handschriften oder Zeichnungen in die Ferne zu übertragen, und zwar geschieht die Übertragung gleichzeitig mit der Niederschrift; die Kopie erscheint auf der Empfangsstelle, während auf der Aufgabestelle das Original geschrieben wird, und sie schreitet gleichzeitig mit dem letzteren fort. Anders ausgedrückt: mit dem Schreibstift der Aufgabestelle ist der des Empfängers elektromechanisch so verknüpft, dass beide in jedem Augenblick die gleiche Stellung zu ihrem Papier haben, dass also der letztere alle Bewegungen gleichzeitig nachschreibt, welche der erstere ausführt. Die Einstellung des sekundären Schreibstiftes erfolgt discontinuirlich, nach dem Princip des schwingenden Ankers. Zur Vereinfachung sei zunächst angenommen, die Bewegung der Stifte erfolge auf beiden Stationen je in einer geraden Linie, die willkürlich als Axe der  $x$  und  $\xi$  bezeichnet werde. Der Stift der Aufgabestelle ist mittels eines Fadens an einer Welle befestigt, die ein Zahnrad trägt und auf diesem Zahnrad spielt ein Grahamscher Anker. Wird also der Stift von  $x_1$  nach  $x_2$  bewegt, so spielt das von Zahnrad und Anker gebildete Echappement; der Anker geht hin und her, sein Schwanzende ist als Relais ausgebildet und sendet demgemäss in die Fernleitung eine Anzahl von Stromstössen, welche der Zahl der durch den Anker gegangenen Zähne entspricht. An der Empfangsstelle befindet sich ein zweites, dem ersten genau gleiches Zahnrad mit entsprechendem Anker; nur ist ein Schwanzende als polarisiertes Relais ausgebildet. Der Anker dieser zweiten Station macht also unter dem Einfluss der anlangenden Stromstösse ebenso viele Schwingungen, wie derjenige des ersten, d. h. das zweite Zahnrad dreht sich um ebenso viel Zähne wie das erste. Das zweite Zahnrad ist nun mit einem Trieb versehen, der an Durchmesser der Welle des ersten gleichkommt, und mit dessen Hilfe wird eine Zahnstange angetrieben, an welcher der Schreibstift der Empfangsstelle befestigt ist. Es liegt auf der Hand, dass dieser Stift durch sein Zahnrad um eine Strecke  $\xi_1, \xi_2$  verschoben wird, welche gleich  $x_1, x_2$  ist. Eine besondere Vorrichtung sorgt dafür, dass der sekundäre Stift vor- oder rückwärts getrieben wird, je nachdem sich der primäre von  $x_1$  nach  $x_2$  oder von  $x_2$  nach  $x_1$  bewegt. Wenn demnach die ganze Bewegung nur in einer Geraden erfolgte, so würde der Stift der Empfangsstelle stets eine Stellung einnehmen, welche mit der des Aufgabestiftes genau überstimmt.

In Wirklichkeit befinden sich nun auf jeder der beiden Stationen zwei der obigen Beschreibung entsprechende Zahnräder, welche in der rechten und linken oberen Ecke der Schreibfläche angebracht sind. Der primäre Stift der Aufgabestelle ist an seinen beiden Rändern mit zwei Fäden befestigt, der sekundäre der Empfangsstelle sitzt an einem Scharnier, welches die beiden Zahnstangen der dortigen Räder verknüpft. Das linke



Rad der Aufgabestelle ist mit dem linken der Empfangstelle, das rechte mit dem rechten durch je einen besonderen Telegraphendraht verbunden. Die beiden Stifte erfüllen hierdurch die geometrische Bedingung, dass ihre Abstände von zwei entsprechenden Punkten der Schreibe ebene in jedem Augenblick einander gleich sind. Da ihnen nur die eine Hälfte der Schreibe ebene zugänglich ist, folgt hieraus offenbar, dass sie jederzeit congruente Figuren beschreiben.

Es erübrigt noch zu sagen, dass der sekundäre Stift für gewöhnlich durch leichte Federn über dem Papiere schwebend gehalten wird. Das Papier der Aufgabestelle liegt auf einer Blechplatte. Durch das Aufdrücken des primären Stiftes wird diese Platte leicht abwärts bewegt und stellt dadurch einen Kontakt her, der mittelst eines dritten Drahtes den sekundären Schreibstift senkt, so dass er sein Papier berührt; er schreibt mit blauer Tinte. Der Apparat braucht hiernach 3 Drähte zur Übermittlung; indessen erklärte der Erfinder, er würde nächstens eine Vorrichtung einführen, die ihm gestattete, mit zwei Drähten auszukommen; nähere Angaben hierüber machte er nicht. Wie sich von selbst versteht, darf man bei Benutzung des Telautographen eine gewisse Geschwindigkeit nicht überschreiten, weil sonst die Echappements nicht mehr folgen würden; die Grenze liegt etwa bei 2 cm/sec. Fertig vorliegende Schriftzüge und Zeichnungen kann man dadurch wiedergeben, dass man ihre Linien mit dem sekundären Stift überfährt.

M.

**Silicium-Kohlenstoff (Carborundum).** Von OTTO MÜHLHAEUSER (*Ztschr. für angew. Chem.*, Jahrg. 1893, S. 637—646). In Nord-Amerika ist ein neuer Zweig der chemischen Industrie entstanden, dessen Produkt, das Carborundum, wegen seiner ausserordentlichen Härte auf der Welt-Ausstellung in Chicago unter den Fachleuten nicht geringes Aufsehen erregte. Es ist eine Erfindung des Elektrikers Edward G. Acheson in Pennsylvanien. Von der Idee geleitet, durch Krystallisation einer Lösung von amorpher Kohle in schmelzendem Thon Diamanten herzustellen, liess er in einem Ofen aus feuerfesten Steinen auf eine Mischung von Kohle und Thon mittelst Kohlelektroden einen elektrischen Strom einwirken, der auf 200 Amp. und 50 Volt gesteigert werden konnte. Nach dem Erstarren der geschmolzenen Masse fand er an den Elektroden einige blaue, glänzende, sehr harte Krystalle. Er hielt sie für eine Verbindung von krystallisiertem Kohlenstoff mit krystallisiertem Aluminiumoxyd und bezeichnete sie daher mit dem Namen Carborundum. Ein ähnliches Resultat ergab sich, als er den Thon durch Sand ersetzte und der Mischung, um sie leichter in Fluss zu bringen, Kochsalz zufügte. Nach Überwindung mannigfacher Schwierigkeiten gelang es ihm im Jahre 1892, das Carborundum in grösseren Mengen herzustellen und es in Pulverform sowie in Gestalt von Schleifrädchen und Wetzsteinen in den Handel zu bringen. Obwohl sich später das Produkt nach der Analyse als Siliciumkarbid, d. h. eine Verbindung von Silicium und Kohlenstoff erwies, ist jener Name dennoch beibehalten.

Der für die fabrikmässige Gewinnung des Siliciumkarbids dienende Ofen, der für jeden Prozess aus feuerfesten Steinen neu aufgebaut werden muss, hat die Gestalt eines rinnenförmigen Troges. Durch die Mitte der schmalen Seiten desselben sind Kohlelektroden eingeführt. Ihre inneren Enden sind durch einen den sonstigen Dimensionen entsprechenden Kohlenstoffkern verbunden, der als Widerstand dienen soll. Die Reaktionsmasse ist ein inniges Gemisch von 25 Teilen Salinensalz, 100 Teilen weissem Quarzsand und 100 Teilen gemahlenem Koks. Nachdem dieselbe gleichartig um jenen Kohlenkern angeordnet, und über dem Ofen ein Abzug angebracht ist, schiebt man einen transformierten Wechselstrom hindurch. Der Kohlenkern kommt allmählich zu hellster Weissglut, welche nun die Reaktion einleitet. Nach und nach gerät die Masse in Fluss. Das geschmolzene Kochsalz steigt an die Oberfläche und bildet eine Decke, die hie und da durch die ausströmenden brennenden Gase und die mit ihnen emporgeschleuderten Massen von Sand und Kohle unter Brausen und Pfeifen durchbrochen wird. „Das Ganze gewährt das Bild eines in voller Thätigkeit befindlichen Vulkans.“ Werden die Erup-

tionen schwächer, so nähert sich der Prozess dem Ende, und hört schliesslich die Gasentwicklung ganz auf, so wird der Strom unterbrochen.

Nach dem Erkalten lassen sich in dem den Kohlenkern umgebenden Material verschiedene Zonen unterscheiden, die schalenartig auf einander folgen. Mühlhaeuser hat dieselben eingehend, namentlich auf ihre chemische Zusammensetzung untersucht. Zunächst zeigt sich der Kohlenkern mit einer dünnen schwarzen Hülle aus blättrigem Graphit bedeckt. Sie ist wahrscheinlich durch eine Spaltung des Siliciumkarbids unter Vergasung des Siliciums entstanden. Ihr folgt der dickere Krystallpanzer aus Siliciumkarbid. Er zeigt ein strahliges, senkrecht zur Axe des Kohlenkerns gerichtetes Gefüge und besteht aus durchsichtigen, grünlichen, spiegelnden, rhombischen Tafeln, die in der Regel mikroskopisch klein sind und nur unter besonderen Umständen einige Millimeter gross werden. Ihr spezifisches Gewicht beträgt 3,22 bei 15°. Die chemische Analyse, welcher eine sehr mühsame Zerkleinerung mittelst der Achatschale voranzugehen hat, ergab bei einer Probe 64,59 % Si, 34,47 % C und 0,94 % Verunreinigungen von Thonerde, Eisenoxyd, Kalk und Magnesia. Der Kohlenstoff wurde als Kohlendioxyd durch Oxydation mittelst des Bleichromats im Verbrennungsrohr, und das Silicium nach dem Aufschliessen mittelst eines Kalium-Natriumkarbonatgemisches in Form von Siliciumdioxyd bestimmt. Das gereinigte Siliciumkarbid enthält 70 % Si und 30 % C, hat somit die Formel  $SiC$  und ist, wie auch das Borkarbid  $BC$ , eine Verbindung von Kohlenstoff mit einem Nichtmetall. Seine Entstehung lässt sich daher durch die Gleichung:  $SiO_2 + 3 C = SiC + 2 CO$  ausdrücken. Möglich aber ist es auch, dass es sich direkt aus den Elementen bildet. Die vorzüglichste Eigenschaft des krystallisierten Karbids, welche seiner technischen Verwendung zu Grunde liegt, ist die bedeutende Härte 9,5, die durch die Verunreinigungen nicht wesentlich beeinträchtigt wird. In Pulverform verrichtet es eine 3 bis 4 mal schnellere Schleifarbeit als der Korund, und mittelst eines schnell rotierenden Rädchens, welches aus dem mit Thon vermischten Karbidpulver unter der hydraulischen Presse geformt und mehrere Tage im Töpferofen gebrannt ist, gelingt es leicht, den härtesten Stahl zu zerschneiden oder zu durchbohren, ohne dass der Temper desselben zerstört wird. Kommt somit das Siliciumkarbid in Bezug auf die Härte dem Diamanten sehr nahe, so übertrifft es ihn durch seine fast völlige Unverbrennlichkeit, denn nach einem einstündigem Glühen im Sauerstoffstrom zeigte es nur einen geringen Verlust von 0,41 %. Dem krystallisierten Siliciumkarbidkern liegen ferner zwei dünnere Zonen auf, von denen die eine aus amorphem Siliciumkarbid, die andere aus einer faserigen Masse besteht, die sich in den Spalten wahrscheinlich infolge eines Sublimationsprozesses absetzt. Schliesslich folgt der äussere, nahezu 75 % der gesamten Reaktionsmasse betragende Mantel aus wenig oder gar nicht angegriffenem Material, das zu einer neuen Beschickung wieder verwendet wird.

R. Lüpke.

**Wellblechnägel für Holzverbindungen.** Sie sind eine amerikanische Erfindung, deren Ausbeutung für Deutschland die Oberschlesische Eisenindustrie-Aktiengesellschaft für Bergbau und Hüttenbetrieb zu Gleiwitz in Oberschlesien erworben hat, und bestehen aus Abschnitten aus besonders hartem und zähem gewelltem Bandstahl, welcher auf der einen Seite mit angeschärften, gezähnten Spitzen versehen ist. Man kann sie wie gewöhnliche Nägel mit jedem Hammer selbst in die härtesten Hölzer leicht eintreiben, ohne dass ein Spalten oder Reissen vorkommt. Da die Wellblechnägel eine bequeme und sichere Verbindung von Holzteilen ohne Leimen, Zapfen oder Schrauben ermöglichen, so werden sie auch in den physikalischen und chemischen Werkstätten mit Vorteil verwendet werden können. Die Wellblechnägel werden von der genannten Firma ausser in den gangbarsten Nummern mit Höhen von 6, 9, 12, 15, 18, 21 und 25 mm und 2, 3, 4 und 5 Wellen, welche für die meisten Verwendungszwecke genügen, auch noch in allen wünschenswerten grösseren Sorten hergestellt. (*Elektrotechn. Zeitschr.* XIV 675, 1893).

M.



### Neu erschienene Bücher und Schriften.

**Beiträge zu einzelnen Theilen der Mathematischen Physik, insbesondere zur Elektrodynamik und Hydrodynamik, Elektrostatik und magnetischen Induction.** Von Dr. Carl Neumann, Professor der Mathematik an der Universität Leipzig. Mit Figuren im Text. Leipzig, B. G. Teubner, 1893. IX u. 314 S. M. 10,—.

Der Verfasser hält das Suchen nach rein mechanischen Grundvorstellungen im Gebiet der Elektrizität und des Magnetismus für verfehlt. Alles, was bisher in dieser Richtung zu Tage gefördert worden, sei mit grossen Mängeln behaftet, theils ungenügend zur Erklärung der Erscheinungen, oder wohl gar mit denselben in Widerspruch, theils viel zu complicierter Art, als dass man sich dabei beruhigen könne. Eine Bereitung des Weges zu den in weiter Ferne ihm vorschwebenden wahren und einfachen Principien der Elektrodynamik und des Magnetismus bestehe darin, dass man die in diesen Gebieten bereits festgestellten Gesetze, wie die von Coulomb und Poisson, von Ampère und F. Neumann durch Anwendung auf allerhand Aufgaben in ihren Consequenzen näher untersuche und sich so über diese Gesetze selber ein deutlicheres Bild verschaffe.

Derartigen Untersuchungen ist das vorliegende Werk gewidmet. Im ersten Capitel werden einige mathematische Hilfssätze abgeleitet, das zweite beschäftigt sich mit der Elektrodynamik, das dritte und vierte mit den elektrischen Flächenströmen und das fünfte mit den elektrischen Strömen im Innern und an der Oberfläche eines Körpers. Das sechste Capitel behandelt Sätze aus der Hydrodynamik, das siebente das Hamiltonsche Princip in seiner Anwendung auf hydrodynamische Probleme und das achte ganz eingehend die höchst merkwürdigen, von Kirchhoff und Boltzmann entdeckten Analogieen zwischen Elektrodynamik und Hydrodynamik. Der Verfasser kommt dabei zu dem Ergebnis, dass diese Analogieen keine tieferen Gründe haben, dass sie nicht etwa für einen noch weiter zu erforschenden gemeinschaftlichen Boden der beiden genannten Gebiete sprechen, sondern lediglich aus dem Umstand sich ergeben, dass es sich in den betreffenden Theilen der Hydrodynamik immer um stetige Funktionen handelt, welche elektrodynamisch construierbar sind. Das neunte und zehnte Capitel ist Untersuchungen über die Elektrostatik und die Theorie des inducierten Magnetismus gewidmet. Ein Anhang behandelt die Verwandlung eines gegebenen Raums in einen einfach zusammenhängenden.

Die vielen wichtigen Ergebnisse, wie z. B. die Aufstellung des Potentials zwischen einem Element eines geschlossenen Stromes und einem Magnetpol, können hier nicht im Einzelnen gewürdigt werden. Hervorzuheben aber sind im allgemeinen die geistreiche mathematische Behandlung der verschiedenen Probleme und die zahlreichen interessanten historischen Bemerkungen. *H.*

**Vorschläge zu gesetzlichen Bestimmungen über elektrische Maasseinheiten,** entworfen durch das Curatorium der physikalisch-technischen Reichsanstalt. Nebst kritischem Bericht über den wahrscheinlichsten Wert des Ohm nach den bisherigen Messungen verfasst von Dr. E. Dorn, Professor an der Universität Halle a. S. Berlin, Julius Springer, 1893. M. 2,40.

Diese sehr wertvolle Publikation der physikalisch-technischen Reichsanstalt bringt im ersten Teil Vorschläge über die gesetzlichen Normalen der elektrischen Ströme. Als Ohm wird der elektrische Widerstand einer Quecksilbersäule von der Temperatur des schmelzenden Eises in Vorschlag gebracht, deren Länge bei durchweg gleichem Querschnitt 106,3 cm und deren Masse 14,452 g beträgt. Als Ampere ist die Stärke eines unveränderlichen Stromes definiert, der beim Durchgang durch eine wässrige Lösung von salpetersaurem Silber unter Einhaltung der für die Ausscheidung günstigsten Bedingungen in der Sekunde mittlerer Sonnenzeit 0,001118 g Silber niederschlägt. Damit ist auch der Wert des legalen Volt festgelegt; die physikalisch-technische Reichsanstalt wird für die Ausgabe beglaubigter Normalelemente Sorge tragen; bis jetzt wird zu diesem Zweck das Clarkelement mit 1,4420 V bei 15° benutzt.

Der zweite Teil liefert eine kritische Betrachtung der besten seither ausgeführten Ohm-Bestimmungen, die von Prof. Dorn verfasst ist. Es ist eine Arbeit von hohem Interesse und wissenschaftlichem Wert, insbesondere deshalb, weil sie nicht nur die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungen auf diesem Gebiete zusammenstellt, sondern auch bemüht ist, dieselben vergleichbar zu machen, indem die Fehlergrenzen und die Zuverlässigkeit auf das gewissenhafteste ermittelt werden.

*Noack-Giessen.*

**Schul-Physik Albert Trappes.** Zwölfte Auflage, unter Berücksichtigung der neuen Lehrpläne neu bearbeitet von Dr. P. Kinde], Professor am Köllnischen Gymnasium zu Berlin. Mit 264 in den Text gedruckten Abbildungen. Breslau, Ferdinand Hirt, 1893. geb. M. 3,50.

Die Vorzüge des vorliegenden Buches, vornehmlich dessen Knappheit, Übersichtlichkeit, Klarheit und massvolle Stoffauswahl haben ihre Anerkennung gefunden in der Thatsache, dass

dasselbe bei Lebzeiten Trappes in zehn Auflagen erscheinen musste, und dass seit dessen Tode (1890) abermals zwei Auflagen notwendig geworden sind. In der vorliegenden zwölften Auflage sind diese Vorzüge nicht verschwunden, ja es ist die verbessernde Hand an vielen Details unzweifelhaft zu erkennen. Bei dem Umstande aber, dass der Bearbeiter der elften Auflage es seinem Nachfolger überliess, „Veraltetes zu beseitigen und neuen für die Schule geeigneten Lehrstoff einzuführen“, und dass der letzte Bearbeiter wohl hauptsächlich den zweiten Teil der vorgezeichneten Aufgabe ins Auge gefasst hat, ist manches wissenschaftlich und didaktisch Veraltete noch stehen geblieben; auch manche Inkorrektheit hat sich erhalten und einzelne Neueinschaltungen sind endlich ebenfalls zum Teil in dieser oder jener Beziehung zu bemängeln. Und so müssen wir sagen, dass wir das Büchlein, wenn auch nicht in jeder Hinsicht „mustergiltig“, so doch auch in seiner neuesten Auflage recht brauchbar finden. In mancher Richtung allerdings dürfte es wohl von neueren Lehrwerken auf unserem Gebiete (vgl. z. B. Mach, Grundriss der Naturlehre, besprochen in dieser Zeitschrift V 217) überholt sein. Es mag gestattet sein, das Gesagte an ein paar Beispielen zu erhärten.

Die Lehre von der gleichmässig beschleunigten Bewegung ist nicht den heute fast allgemein anerkannten und auch in dieser Zeitschrift stets vertretenen didaktischen Grundsätzen gemäss behandelt. Von der constanten Kraft, die „als einzelne momentane Stösse“ gedacht wird, auf die Gleichmässigkeit der Beschleunigung, von dieser schliesslich auf die Wegformel zu schliessen, die Fallgesetze zu vermischen mit den allgemeineren Gesetzen der gleichmässig beschleunigten Bewegung, die Fallgesetze mittelst der Atwoodschen Maschine zu „bestätigen“, für die Bewegung längs der schiefen Ebene sozusagen neu Athem zu holen, beim Wurf von zwei Kräften zu sprechen („das Beharrungsvermögen vertritt hier die Stelle der horizontalen Wurfkraft“ heisst es u. a. S. 60) das alles müssen wir in didaktischer Hinsicht für veraltet erklären. — Die Entwicklung der Pendelgesetze bei Beschränkung auf kleine Schwingungsbogen wird gegenwärtig auch nicht mehr um jeden Preis selbstständig vorgenommen, sondern der ohnedies prinzipiell wichtigen und vielfältig verwendbaren Lehre von der einfachen harmonischen Bewegung untergeordnet; insofern dadurch die sonst erforderlichen stets gekünstelten mathematischen Deduktionen vermieden werden, erscheint die Wahl des letzteren Weges als mehr denn blosser Geschmackssache. — In die Lehre von der Centralbewegung ist der Hodograph eingeführt, zuerst (S. 75) bei der kreisförmigen Centralbewegung, ohne dass dessen Name genannt ist, später (S. 83) bei der Planetenbewegung mit Namen und Definition. Wir haben gegen die Einführung dieses geistreichen graphischen Hilfsmittels selbst nichts einzuwenden; wie sie hier vorgenommen wird, scheint sie uns aber nicht gelungen. Zunächst ist die Zusammensetzung von Geschwindigkeiten und deren Bedeutung vorher nicht erwähnt, dann werden unnützer- und deshalb verwirrenderweise Kräfte in die Betrachtung hineingezogen, ferner sind nicht ausdrücklich Grösse und Richtung der Geschwindigkeit getrennt, bzw. wird nicht gesagt, wo sie nicht mehr getrennt betrachtet werden sollen, und so muss die Berechnung der Centripetalbeschleunigung auf den Anfänger den Eindruck derselben mathematischen Despotie machen, an dem die meisten sonstigen elementaren Herleitungen der fundamentalen Gleichung  $\gamma = v^2/r$  krankten. Den wissenschaftlichen Wert des Hodographen wird übrigens niemand zu würdigen vermögen, der ihn nur bei kreisförmiger Centralbewegung in Anwendung sieht. Die Einschachtelung der Ableitung des Begriffes „Trägheitsmoment“ zwischen kreisförmige Centralbewegung und Planetenbewegung halten wir für verfehlt und störend; sie gehört zum mindesten hinter den ersten Satz des § 44. — Die Einpferchung einer kurzen Planimetrie der Ellipse in die „mathematische Herleitung des Newtonschen Gravitationsgesetzes“ ist gewiss nicht geschmackvoll; viel passender als den „mathematischen Entwicklungen über Reflexion und Brechung“ wäre ihr ein Platz im Anhang oder unter dem Strich angewiesen worden. — Die Kreiselbewegung erheischt unbedingt einen induktiven Vorgang im ersten Unterrichte und eine viel sorgfältigere Fundierung des Begriffes Fliehkraft, als sie im vorliegenden Buche erfolgt ist. — Wenig zweckmässig erscheint es, dass die Maschinen an den Anfang, die Erörterungen über den Arbeitsbegriff an das Ende der Mechanik fester Körper gestellt sind; infolge dieser Anordnung haben die so instruktiven Betrachtungen über die Arbeiten an Maschinen und über die Unmöglichkeit eines mechanischen perpetuum mobile nicht die Beachtung gefunden, die sie verdienen, die Maschinenlehre selbst aber musste eine veraltete, die rein statische, Behandlung erfahren. — Die vom letzten Bearbeiter eingefügte Bestimmung des „Reibungsgewichtes“ für die Atwoodsche Fallmaschine ist recht verwendbar, würde aber vielleicht besser als Aufgabe sich eignen. — Nach den weitgehenden recht hübschen theoretischen Erörterungen über den Schwingungsmittelpunkt hätte das Reversionspendel doch noch Platz finden können.



Zu Ende der Akustik stossen wir noch auf eine Angelegenheit der Mechanik. Es wird nämlich, wohl etwas zu sehr anhangsweise, im § 80b eine Berechnung der Schallgeschwindigkeit in der Luft einer Röhre und in einer gespannten Saite vorgeführt. Die erste Berechnung, bezw. ihre mechanische Begründung ist, wenn auch nach klassischem Muster, doch entschieden zu gekünstelt und deshalb für den Schulunterricht nicht zu empfehlen; da giebt es wohl durchsichtiger elementare Entwicklungen, wenn dieselben auch nicht kürzer sind (vgl. z. B. Handl, Lehrbuch der Physik). Die Berechnung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit eines transversalen Impulses in einer Saite hingegen ist recht hübsch gegliedert. Der rein phoronomischen Betrachtung folgt die dynamische (hier sollte nur statt „Spannungen“ gesagt sein transversalen Spannungskomponenten) und eine einfache Verbindung der Resultate beider führt zu der Grundformel  $c = \sqrt{e \cdot d}$ . Wir würden nur noch eine beständige Angabe der Benennungen der einzuführenden Grössen während der Rechnung wünschen, wodurch dem Schüler die Anwendung der Formel ohne besondere Anführung der Maassvorschriften ermöglicht wäre. Im § 74 sollte auf die hier besprochene Ableitung Bezug genommen werden.

Wie in der Mechanik so finden wir auch in der Elektrizitätslehre manche Mängel. Vor allem hätte bei der Neubearbeitung des Buches auf die Anordnung des Stoffes mehr Sorgfalt verwendet werden sollen: der „Diamagnetismus“ gehört doch nicht unter die Induktionsapparate, die magnetischen Messungen gehören nicht unter Telegraphen und Telephone, und die Gegenstände der Schlusskapitel (Ohms, Joules Gesetz, Kirchhoffs Gesetze, Thermolectricität etc.) gestatten doch eine organische Angliederung an den übrigen Lehrstoff und verdienen auch nicht die ganz zufällige oder willkürliche Aneinanderreihung, die sie hier erfahren haben. Wenn auch einerseits die thatsächlich vorliegende Anordnung Trappes, andererseits behördliche Vorschriften bezüglich der Verwendung einer neuen neben den älteren Auflagen dem Bearbeiter manchmal hinderlich erscheinen konnten, eine sachgemässere Ordnung wäre gewiss eines Versuches wert gewesen. — Ferner wären die Grundbegriffe der Elektrizitätslehre eingehender zu erörtern und richtiger zu definieren gewesen. Insbesondere sollte sich von dem im § 173 angewendeten Begriff „Potential“ doch irgendwo — und zwar jedenfalls schon vor dem Beginne des sogenannten Galvanismus — eine Definition oder doch wenigstens eine Entwicklung vorfinden. Auch ist mit der Ersetzung des Namens „elektrische Differenz“ durch den Namen „Potentialunterschied“ durchaus noch nicht alles im Sinne des Fortschrittes zu einer moderneren Bearbeitung dieses Kapitels gethan. Die mangelhafte Einführung des Potentialbegriffes macht sich natürlich später manchmal fühlbar, z. B. bei den Betrachtungen über die Schaltung mehrerer galvanischer Elemente, bei der Definition der elektromotorischen Kraft einer Stromquelle, bei der Aufstellung des Ohmschen Gesetzes; dass auch der Begriff einer elektromotorischen Gegenkraft bei der Polarisation und Induktion erst klar werden kann, wenn der Potentialbegriff sicher steht, ist selbstverständlich. Die „Elektricität“ zu definieren, halten wir für ein müssiges Unternehmen; den Namen möchten wir thunlichst vermieden und überall durch Ladung bzw. Kraft ersetzt wissen. Dann wird es nicht geschehen können, dass das Wort in anderem Sinne angewendet (s. §§ 158, 163, 176) als definiert (§ 156) erscheint. — Endlich findet sich auch in den Details mancherlei auszusetzen. So ist beispielsweise bei der Gewinnung der Sätze über elektrische Influenz (§ 161) die Schlussweise nicht hinreichend klar, insbesondere der induktive Vorgang, welcher beabsichtigt zu sein scheint, durch die Form der Darstellung ganz verdeckt. — Die Lehre von der Gewitterelektricität hätte eine modernere Behandlung erheischt; jedenfalls wäre die unrichtige Herbeiziehung der Erscheinung am Tone einer rotierenden Stimmgabel zum Vergleich mit der Thatsache der wechselnden Stärke des Donners — erstere ist durch Interferenz zu erklären, letztere nicht — besser weggeblieben. Nebenbei sei auch bemerkt, dass der Ausdruck „gerade Richtung“ tautolog, „geschlängelte Richtung“ widersinnig ist. — Da vorher über Leitung eines Stromes nichts gesagt ist, so wird ein Anfänger den ersten Satz der Elektrochemie kaum richtig verstehen können. Er wird vielmehr zu der unrichtigen Ansicht verleitet werden, dass jede zusammengesetzte Flüssigkeit elektrolysierbar ist, und wird leicht übersehen, dass z. B. Petroleum, Terpentin nicht elektrolysierbar sind. — Der Hoffmannsche Apparat hat nicht nur den Zweck, die Ionen getrennt zu liefern (§ 179), Multiplikator ist nur ein Teil eines Galvanometers (§ 182), die Siemenssche Trommel ist nicht eine einfache Verbesserung des Grammeschen Ringes (§ 191). — Eine Molekel Wasserstoff ist  $H_2$ , daher wären in § 180 zwei Molekel  $IK$  der Betrachtung zu unterziehen. Die Gleichheitszeichen in diesem Paragraph sind nicht richtig oder wenigstens nur in einem sehr übertragenen Sinne angewendet. — In der Lehre vom magnetischen Verhalten der Erde sind wiederholt Schlüsse aus zu wenig Prämissen gezogen, z. B. bezüglich der Lage der magnetischen Pole, die übrigens

im Laufe der Zeit sich ändert, so dass in § 153 eine Jahreszahl beizufügen gewesen wäre. Der letzte Absatz des § 152 auf S. 269 ist eine arge Verwechslung von Demonstration und Induktion. Statt 1671 soll es S. 271 wohl heißen 1661.

Auch in den übrigen Capiteln haben wir mehr oder weniger Verstöße gefunden. Wir wollen aber, um unsere Besprechung nicht zu sehr auszudehnen, nur wenige anführen. In der Akustik ist der Zweck der Loch- und Radsirene nicht richtig angegeben. — Die Schwingungszahl des Kammertones ist gegenwärtig nicht mehr schwankend und daher deren Wahl nicht mehr dem Autor überlassen; sie ist vielmehr nach der letzten internationalen Vereinbarung (Wien 1885) zu 435 normiert. — Nicht jedes musikalische Instrument giebt neben dem Grundtone auch die sämtlichen harmonischen Obertöne (§ 79); ja es können allenfalls auch unharmonische Obertöne, d. h. Töne, die gar nicht der harmonischen Tonreihe angehören, auftreten. Ebenso ist nicht jede Orgelpfeife eine Lippenpfeife (§ 78). — Bezüglich des Zustandekommens eines Echos ist in keinem dem Referenten bekannten Lehrbuche die Bedingung genügender Stärke des Schalles hervorgehoben. Im vorliegenden Buche ist wohl durch eine Frage im Kleingedruckten darauf hingewiesen; es scheint uns aber, dass dieser Umstand doch unter die Nummern 1 bis 5 aufzunehmen gewesen wäre. — Die Ausdrucksweise in § 69, die noch dazu stereotyp ausgesprochen erscheint in dem Satze: „Feste Körper erzeugen ein Echo“, muss zunächst zu einer irrigen Ansicht über die Entstehung eines Echos führen; es sollte vielmehr angedeutet sein, dass auch von einer Wasseroberfläche eine Schallwelle reflektiert werden kann, und dass von einem Waldeßsaum deshalb ein Echo herkommt, weil auch die zwischen den dichtstehenden Blättern und Nadeln befindliche Luft schwerer beweglich ist, als die vor dem Wald sich ausbreitende freie Atmosphäre. —

In der Wärmelehre und Optik haben wir — einige Sonderbarkeiten der Redeweise und einige Unrichtigkeiten im physiologischen Teile übergehen wir — eine recht übersichtliche und präzise Darstellungsweise gefunden. Die Einführung der scharfkantigen Prismen in die Dioptrik scheint uns nachahmenswert, da sie die mathematische Zurüstung für die wichtigen Linsengesetze wesentlich reducieren, und die geometrische Behandlung der Erscheinungen am Regenbogen sowie die Erörterungen über das Minimum der Ablenkung durch ein Prisma verdienen volle Beachtung. —

Indem wir eine Reihe von Mängeln des vorliegenden Lehrbuches beleuchteten, wollten wir nicht das Verdienst des Verfassers und der Bearbeiter schmälern, ein im Schulunterricht brauchbares Werkchen geschaffen, bzw. fortgebildet zu haben, es sollte vielmehr gerade durch die ausführlichere Nachweisung des Fehlerhaften dem Wunsche Ausdruck gelichen werden, das Buch möge bei einer Neuauflage in noch brauchbarerer Gestalt in die Hände der Jugend gelangen.

Dr. Eduard Maiss.

**Lehrbuch der Physik.** Mit einem Anhang: die Grundlehren der Chemie und der mathematischen Geographie. Von Dr. Peter Münch. Mit 327 in den Text gedruckten Abbildungen und einer Spektraltafel in Farbendruck. Zehnte verbesserte Auflage. Freiburg i. B., Herdersche Verlagshandlung. XV und 452 S. M. 4,—, geb. M. 4,45.

Die Auflage ist gegen die frühere nicht wesentlich verändert. Ein schon von anderer Seite und auch in dieser Zeitschrift III 98 gerügter Irrtum bezüglich der communicierenden Röhren ist noch immer nicht berichtigt. Wir geben der gerechten Verwunderung Ausdruck, dass solche Bemerkungen, die lediglich zu Nutz und Frommen des betreffenden Lehrbuchs gemacht sind, von dem Verfasser nicht beachtet werden.

P.

### Programm-Abhandlungen.

**Über die Darstellung und Verwendbarkeit des Aluminiums.** Von Richard Köhler. Herzogliches Gymnasium zu Altenburg. Ostern 1893. Pr. No. 682. 22 S.

Nachdem das natürliche Vorkommen des Aluminiums kurz behandelt worden ist, folgt ein geschichtlicher Überblick über die Methoden der Darstellung des Metalles, aus denen sich die heutigen Verfahren der fabrikmässigen Gewinnung entwickelt haben. Letztere werden nur kurz charakterisiert. Auf die Einrichtungen der Fabrikanlagen und die einzelnen Prozesse wird nicht näher eingegangen. Dann werden diejenigen Eigenschaften des Aluminiums erörtert, auf welche sich die vielseitige Verwendung desselben gründet. Namentlich wird auch die Bedeutung des Aluminiums in der Raffinierung des Eisens und Kupfers hervorgehoben. In der zweiten Hälfte der Abhandlung wird eingehender die Frage über die Verwendbarkeit des Aluminiums im Haushalt behandelt. Es wird daher ausführlicher die Litteratur zusammengestellt, in welcher über den Einfluss chemischer Agentien auf das Aluminium, insbesondere aber derjenigen Flüssigkeiten



berichtet wird, die als Nahrungsmittel in Betracht kommen. Der Verfasser teilt dann die Ergebnisse seiner eigenen Untersuchungen mit, die er über die Einwirkung von Kaffee, Thee, Bier, Wasser, Kochsalzlösungen, Wein und Essig auf Aluminium und seine Legierungen einerseits und auf Glas, Kupfer, Messing, Zink, Blei, Zinn, Eisen und verzinktes Eisen andererseits ausgeführt hat. Indem er die Gewichtsverluste, welche diese Stoffe unter verschiedenen Bedingungen in jenen Flüssigkeiten erleiden, durch ihre spezifischen Gewichte dividiert, drückt er ihre Widerstandsfähigkeit durch den Verlust der Masse aus und setzt diesen für Aluminium gleich 1. Die so erhaltenen Zahlen bestätigen die auf Grund von Versuchen von andern Forschern ausgesprochenen Behauptungen, dass die Gesundheit durch den Genuss von Speisen und Getränken, welche in Aluminiumgeschirren gekocht oder aufbewahrt worden sind, nicht gefährdet wird.

R. Lüpke.

## Versammlungen und Vereine.

### Bericht über die Verhandlungen der physikalischen Abteilung der 65. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Nürnberg.

1. Die Reihe der Vortragenden eröffnete Herr Boltzmann-München mit einer Uebersicht über die neueren Theorien der Elektrizität und des Magnetismus, denen eine mechanische Vorstellung von denjenigen Molekularbewegungen zu Grunde liegt, die in ihrer Gesamtwirkung als elektrische oder magnetische Erscheinungen bezeichnet werden. Der Vortragende giebt sein Urteil in dem Sinne ab, dass die einfacheren Annahmen nicht durchzugreifen vermögen, während die complicierteren, die allerdings den Erscheinungen genügen, einigermaßen an innerer Unwahrscheinlichkeit des eingebildeten mechanischen Vorganges leiden. Er nimmt dann Veranlassung zu der Aufforderung, den Eifer im Anschauen mechanischer Theorien nicht erkalten zu lassen, da solche sowohl für die Anschauung als für die Auffindung neuer Thatsachen von grösstem Werte seien. Maxwell habe seine Grundgleichungen aus seinen ersten mechanischen Bildern abgeleitet.

2. Die zweite Sitzung fand teilweise in Verbindung mit der Abteilung für Instrumentenkunde statt. Herr E. v. Lommel-München demonstriert ein von ihm angegebenes und von Haensch-Berlin ausgeführtes „Spectralpolarimeter“. Wer sich näher für das Instrument interessiert, wird von Herrn Haensch die Beschreibung erbitten.

3. Sodann zeigt der zweite Geschäftsführer der Versammlung Rektor Fichtbauer das von Fraunhofer zu seinen grundlegenden Untersuchungen über das Spektrum benutzte Spektrometer, welches seiner Zeit von der früher unter Fraunhofers Leitung gestandenen optischen Anstalt Merz in München dem berühmten Rektor der Nürnberger polytechnischen Schule Georg Simon Ohm, dem Elektriker, überlassen wurde und so nach Nürnberg gekommen ist.

4. Herr E. Hartwig-Bamberg giebt die auf der Bamberger Sternwarte gewonnenen Untersuchungs-Ergebnisse über zwei von Max Ort in Nürnberg hergestellte astronomische Uhren, aus denen hervorgeht, dass die Erzeugnisse der Nürnberger Uhrmacherkunst auch heute noch mit den besten Leistungen auf diesem Gebiete erfolgreich wetteifern.

5. u. 6. Herr C. Pulfrich-Jena spricht über das Abbe-Fizeau'sche Dilatometer zur Bestimmung der Ausdehnungskoeffizienten fester Körper und verweist ebenso wie der folgende Redner Herr G. W. A. Kahlbaum aus Basel, welcher neue Methoden zur Herstellung von Schlifren und Hähnen mitteilt, auf die *Zeitschrift für Instrumentenkunde*.

7. Herr P. Lenard-Bonn spricht zunächst über die Elektrizität der Wasserfälle. Der Vortragende geht von der Thatsache aus, dass in der Nähe von Wasserfällen die Luft starke negativ elektrische Ladung zeigt, und sucht diese durch Versuche zu erklären, die er an Flüssigkeitsstrahlen im Laboratorium anstellte. Die beachtenswerten Versuche, welche indessen den Gegenstand nicht abschliessen, sind in *Wiedem. Annalen Bd. 46 S. 584 (1892)* beschrieben.

8. Derselbe Redner teilt sodann seine Studien über „Kathodenstrahlen“ mit: „Die Phosphoreszenz erregenden Strahlen, die von der Kathode einer Geissler'schen Röhre ausgehen, welche Hittorf entdeckte, welche Crookes als strahlende Materie studierte, konnten bisher nur im Innern der evacuierten Räume beobachtet werden, in welchen sie durch die elektrische Entladung erzeugt werden. Unter Benutzung der Eigenschaft dünner Metallschichten, für diese Strahlen durchlässig zu sein (Wiedemann und Ebert, Hertz), gelingt es nun,

diese Beschränkung zu beseitigen“ und einen von diesen Strahlen durchsetzten „Beobachtungsraum“ an die Geisslersche Röhre anzuschliessen, dessen Gasfüllung von der Füllung der Erzeugungsröhre ganz unabhängig ist. Der „Beobachtungsraum“ P. Lenards war eine Glasröhre von 1,5 m Länge. Das Hilfsmittel, den Gang der Strahlen im Beobachtungsraume zu verfolgen, bildeten phosphoreszenzfähige Körper, z. B. eine Uhrglasplatte. Als Resultate der Studien teilt der Vortragende mit: 1) Kathodenstrahlen durchsetzen selbst das beste — den elektrischen Strom vollkommen isolierende — Vacuum (in welchem sie nicht erzeugt werden könnten) und schreiten in demselben geradlinig fort. 2) Luft von 0,1 mm Quecksilberdruck an diffundiert die Strahlen und absorbiert sie um so kräftiger, je dichter sie ist. Ebenso andere Gase, am wenigsten Wasserstoff. Das Gesetz für Absorption dieser Strahlen ist ausserordentlich einfach: es ist nicht nur für dasselbe Medium mit dem Absorptionsgesetz des Lichtes ( $J_r = J_0 e^{-\alpha r}$ ) identisch, sondern die Konstante  $\alpha$  ist selbst für chemisch verschiedene Substanzen von verschiedenem Aggregatzustande immer nur der Massendichtigkeit proportional. Man hätte es also hier mit einer Art von Aetherbewegung zu thun, welche von den ponderablen Massen nur im Verhältnis ihrer eignen Dichtigkeit aufgenommen wird! Auch die Wirkungen von Magneten auf die Kathodenstrahlen sind von eigentümlichem Interesse. P. Lenard verweist auf seinen Bericht in den Sitzungsberichten der Berliner Akademie vom 12. Januar 1893 und auf zu erwartende Veröffentlichungen.

Der Vorsitzende L. Boltzmann schlägt vor, die von Lenard untersuchten Strahlen künftig „Hittorfsche Strahlen“ zu nennen.

9. Herr Zehnder-Freiburg führt nach der von ihm in *Wied. Ann.* 1892 angegebenen Methode Hertz'sche Versuche vor, wobei insbesondere die nach Boltzmann's Angabe mit Hilfe zweier Planspiegel bewirkten Interferenzen das Interesse in Anspruch nehmen.

10. Herr K. Schering-Darmstadt erläutert eine Methode, mittels des Erdinduktors auf Reisen die magnetische Deklination zu messen und teilt einige seiner in der hessischen Provinz Starkenburg, insbesondere im Odenwald erhaltenen Resultate mit.

11. Herr P. Drude-Göttingen berichtet über Versuche, durch welche die Phasenänderung des Lichtes bei der Reflexion an Silber ermittelt werden sollte. Die Dicke der untersuchten auf Glas aufgetragenen Silberschichten schwankte zwischen 0,07 und 0,14 Wellenlängen. Sie wurde nach Verwandlung des Silbers in Jodsilber (Fizeau) nach einer von Wiener 1887 angegebenen Methode jedoch mittels homogenen Lichtes gemessen. Die Phasenverschiebung suchte Herr P. D. dadurch zu ermitteln, dass er den Metallüberzug der Glasplatte innerhalb eines schmalen Streifens entfernte, dann eine zweite ebene Glasplatte so auflegte, dass zwischen beiden Platten eine schwach keilförmige Luftschicht blieb, und diese Combination mit homogenem Lichte beleuchtete: die parallel der Keilkante, also senkrecht zu dem bloß gelegten Glasstreifen verlaufenden Interferenzstreifen zeigten da, wo der Silberbelag aufhörte, Verschiebungen, aus welchen mit Hilfe der gemessenen Silberdicke die durch die Reflexion an der Silberfläche gegenüber der Reflexion an der Glasfläche bewirkte Phasenänderung erschlossen werden kann. Bezüglich der Resultate und ihrer Erklärung möge man den sehr ausführlichen Bericht in den Verhandlungen der Gesellschaft D. N. u. A. nachsehen.

12. In einer gemeinschaftlichen Sitzung der physikalischen und chemischen Abteilung sprach Herr Ostwald-Leipzig über Chemische Energie. Auf die vom Vortragenden aufgeworfene Frage: Was ist chemische Energie? erfolgt die Antwort: „Von chemischer Energie rühren die Energiemengen her, welche bei chemischen Vorgängen d. h. bei den Umwandlungen gegebener Stoffe in andere mit anderen Eigenschaften entwickelt oder aufgenommen werden. Dabei ist vorausgesetzt, dass andere Energien sich nicht ändern,<sup>1)</sup> oder dass solche Änderungen, wenn sie stattfinden, in Rechnung gebracht werden. Wir sehen aus dieser Definition (?), dass wir den verschiedenen Stoffen bestimmte Mengen chemischer Energie zuschreiben können. Je nachdem die bei einer Reaktion entstehenden Stoffe mehr oder weniger Energie enthalten als die Ausgangsmaterialien, wird Energie aufgenommen oder abgegeben werden. Zu unserer Kenntnis gelangen nur diese Differenzen; die absoluten Werte der chemischen Energie jedes einzelnen Stoffes sind uns völlig unzugänglich.“ Analog der Wärmeleichung: Wärmemenge = Wärmecapazität mal Temperatur und der Gleichung der Elektrizität: Elektr. Energie = Elektrizitätsmenge mal Potential versucht nun der Vortragende zu bilden: Chemische

<sup>1)</sup> Hier besteht eine Unklarheit, da wohl bei keinem Vorgange Energie entwickelt (also doch wohl transformiert) oder aufgenommen werden kann, ohne dass sich andere Energien ändern. *Ref.*



Energie = Capacität mal Intensität. Über den einen Faktor, die Capacität, lässt sich sofort etwas Bestimmtes aussagen: „Als chemische Capacitätsgrößen müssen die Stoffmengen angesehen werden.“ Für den anderen Faktor, die Intensität, auch chemisches Potential genannt, wird sodann ein Chemometer gesucht. Bei diesen Erörterungen fällt auf, dass einer Stoffmenge für sich chemische Energie zugeschrieben wird ohne Beziehung auf eine andere. Der bezügliche Gedanke führt den Vortragenden zu der Consequenz: „Wenn wir uns daher ein Chemometer“ (ein Instrument, welches — nach Analogie des Thermometers — Intensitäten der chemischen Energie messen soll) „wirklich ausgeführt denken, so könnten wir uns nicht mit einem einzigen begnügen. Wir müssen mindestens 70 von einander unabhängige derartige Apparate besitzen, für jedes Element eins, und hätten kein Mittel, z. B. die Angaben des Sauerstoff-Chemometers mit denen des Wasserstoff-Apparates zu vergleichen.“ Auf realen Boden gelangen wir durch den Übergang zur Elektrolyse. Nach dem Faradayschen Gesetze ist die bei der Elektrolyse gewonnene Elektrizitätsmenge — derjenige Faktor der elektrischen Energie, welcher der chemischen „Capacität“ Ostwalds entspricht — der Stoffmenge, also der chemischen Capacität proportional; andererseits behauptet der Vortragende, sei es möglich, die Vorgänge zwischen Elektrolyten so zu leiten, dass die Arbeitsmengen, die man aus dem chemischen Prozess gewinnen kann, in Gestalt von elektrischer Energie zu Tage treten. Da dann die elektrische Energie der chemischen gleich ist, andererseits die beiderseitigen Capacitätsfaktoren — Stoffmenge und Elektrizitätsmenge — nach dem Faradayschen Gesetze proportional sind, so müssen auch die Intensitätsgrößen, das „chemische Potential“ und die elektromotorische Kraft, einander proportional sein. Das Elektrometer ist also ein Messinstrument für die chemische Verwandtschaft. Offenbar hängt die Gültigkeit der Messung von der Ausschliessung der Entwicklung anderer Energieformen ab, über deren Proportionalität mit der elektrischen Energie Zweifel entstehen könnten. Der Vortragende giebt zwei Beispiele. 1) Fällung des Silbernitrats durch Chlornatrium. „Wollen wir diesen Vorgang elektrochemisch verwerten, so müssen wir ihn in zwei Teile zerlegen, welches war gleichzeitig aber räumlich getrennt ablaufen, da wir sonst nicht die chemische Energie in elektrische verwandeln können, sondern sie als Wärme erhalten. Wir erreichen dies, wenn wir zwei Silberplatten nehmen, die eine in die Silbernitratlösung thun und die andere in die Chlornatriumlösung. Werden beide Lösungen durch einen indifferenten Elektrolyten z. B. Natriumnitrat in Verbindung gesetzt, so zeigen die beiden Silberplatten einen ziemlich erheblichen Potentialunterschied von etwas mehr als 0,5 Volt, das chemische Ergebnis ist genau dasselbe, als wenn das Chlornatrium unmittelbar in die Silbernitratlösung gebracht worden wäre.“ „Auf gleiche Weise lassen sich alle chemischen Vorgänge zwischen Elektrolyten in Voltasche Ketten übersetzen. Um z. B. die Neutralisation einer Säure durch eine Basis zu einem elektrischen Vorgang zu machen, senkt man sowohl in die Säure als in das Alkali eine Platin- oder Palladiumplatte ein, welche mit Wasserstoff gesättigt ist. Es erfolgt dann bei entsprechender Verbindung auf der Seite des Alkalis eine Aufnahme von Wasserstoff, während auf der Seite der Säure eine gleich grosse Wasserstoffentwicklung stattfindet. Gleichzeitig werden durch den Strom zwischen den Lösungen die basischen Kationen und die sauren Anionen in entsprechender Zahl gegen einander bewegt und somit neutralisiert. Die elektromotorische Kraft der Neutralisation beträgt etwa  $\frac{3}{4}$  Volt für starke Säuren und Basen, für schwächere ist sie natürlich geringer. Eine andere Stütze des angenommenen elektrischen Maasses der chemischen Intensität findet der Vortragende in der Unmöglichkeit, dass zwei Stoffe im chemischen Gleichgewicht sind, ohne zugleich im elektrischen Gleichgewicht zu sein und umgekehrt. Ebenso müssen beide Potentiale gleichzeitig ab- und zunehmen, da sonst ein Perpetuum mobile möglich wäre, bei welchem sich ruhende Energie von selbst in Bewegung setzt. Schliesslich weist Herr O. noch auf die mit chemischen Vorgängen verbundenen Volumenänderungen hin, aus welchen geschlossen werden könne, dass auch die Volumenergie Hilfsmittel zur Messung des chemischen Potentials bieten könne; jedoch werde die praktische Ausführung solcher Messungen durch die Grösse der dem Volt entsprechenden Druckdifferenzen in Frage gestellt. —

13. Herr Georg W. A. Kahlbaum-Basel spricht

1) Ueber Destillation bei sehr niederem Drucke, welche er mittels der in der Versammlung zu Halle vorgeführten selbstthätigen Quecksilberluftpumpe erreicht. Bei Drucken zwischen 0,001 und 0,00004 mm (Quecksilber) sank die Siedetemperatur der Metalle: Kalium, Natrium, Selen, Tellur, Cadmium, Wismuth, Thallium, Magnesium unter den Schmelz-

punkt des Glases, so dass diese Metalle aus Glas destilliert werden konnten. Näheres in einem Buche: *Studien über Dampfspannkraftmessungen*, Basel, Bruno Schwabe 1893.

2. Ueber die Durchgangsgeschwindigkeit verdünnter Luft durch Glasröhren von verschiedenem Durchmesser.

Bis zu einer Verdünnung von 0,1 mm war es gleichgiltig, ob das Gefäss mit der Pumpe durch ein Glasrohr von 6,4 oder durch ein solches von 2,6 mm Durchmesser verbunden war. Von hier ab wurde aber mittels des weiteren Rohres die Verdünnung 0,001 in 10, mittels des engeren erst in 55 Minuten erreicht.

14. Herr W. Nernst-Göttingen: Über eine Methode zur Bestimmung von Dielektricitäts-Constanten.

15. Herr Raoul Pictet-Berlin: Über den Einfluss niederer Temperaturen auf chemische, physikalische und biologische Vorgänge. Der Vortragende zeigt, wie ein Stückchen Natrium, das durch feste Kohlensäure abgekühlt ist, auf ebenso abgekühlte Salzsäure nicht die geringste Reaktion zeigt, während, wenn die Temperatur eine bestimmte Grenze überschreitet, diese Reaktion mit ungemeiner Heftigkeit eintritt. Auf diese Thatsache muss sich nach Ansicht des Vortragenden eine allgemeine Methode der chemischen Synthese gründen lassen. Es handelt sich darum, bei einer Temperatur, die unterhalb der Reaktionstemperatur zweier Körper liegt, eine äussere Kraft einzuführen, durch welche die Reaktion herbeigeführt wird. Es sei davon eine gewisse Vereinfachung der Vorgänge zu erwarten.

16. Herr Ad. Schmidt-Gotha: Über die bisherigen Ergebnisse und die zukünftigen Aufgaben der erdmagnetischen Forschung. Die gegenwärtige Verteilung der erdmagnetischen Kraft kennen wir, von einigen Gebieten (besonders der antarktischen Zone) abgesehen, in grossen Zügen; eine einigermaßen genaue Kenntniss besitzen wir nur von sehr beschränkten Teilen der Erdoberfläche. Ganz unvollkommen noch ist unser Wissen in betreff der localen Störungen. Ebenso ungenügend sind wir über die Säcular-Variationen der erdmagnetischen Kraft unterrichtet. Besser kennen wir die täglichen Schwankungen, die Beziehungen zur periodischen Änderung der Sonnenthätigkeit, wie sie im Wechsel der Sonnenfleckenhäufigkeit erkannt wird und dgl. Über die Ursachen der Erscheinungen wissen wir so gut wie nichts. Das letzte Ziel der Forschung ist die vollständige Erklärung der erdmagnetischen Erscheinungen — qualitativ und quantitativ. Dazu bedarf es zunächst einer genaueren Kenntnis der zu erklärenden Erscheinungen, als wir sie zur Zeit besitzen. Was selbst bei Beschränkung des Forschungsgebietes auf die Erdoberfläche den Stand unserer Kenntnisse noch sehr unvollkommen erscheinen lässt, ist nicht Mangel an Beobachtungsmaterial, sondern dessen ungleichmässige Verteilung und Ungleichwertigkeit. Observatorien befinden sich in ausreichender Zahl nur in Europa, sie fehlen vorzüglich auf der südlichen Halbkugel, und keines erreicht den 40. Grad südlicher Breite. Zu einer systematischen Erforschung des Magnetismus auf der ganzen Erde ist nötig, dass zwei Bedingungen erfüllt werden: 1) Es darf nicht vom Zufall oder der Sache fremdartigen Erwägungen abhängen, wo ein Observatorium errichtet wird, 2) die Beobachtungen dürfen nicht unbenutzt liegen bleiben, sondern müssen systematisch bearbeitet werden. Der Vortragende erwartet die Erfüllung dieser Bedingungen von einer internationalen Organisation analog der für geodätische und astronomische Zwecke bereits bestehenden. Sein Vorschlag wird auf das lebhafteste unterstützt von Herrn G. Neumayer-Hamburg, der darauf hinweist, dass vor 60 Jahren eine solche internationale Cooperation in dem von Gauss begründeten Göttinger Erdmagnetischen Vereine bestand.

17. Herr G. Neumayer-Hamburg spricht sodann über die neuen magnetischen Apparate für die Polarexpedition des Dr. Fridjof Nansen.

18. Herr Graetz-München: a) Über die Messung von Selbstpotentialen, b) Über die Bewegung von dielektrischen Körpern im homogenen Felde. Der Vortragende schliesst aus den Drehungen, welche er im homogenen elektrischen Felde beobachtet hat, dass man sich das Dielektrikum nicht als einen elektrisch homogenen Körper vorstellen darf, sondern dass man sich die Constitution der Dielektrika analog vorzustellen hat wie in der Optik die der durchsichtigen Körper.

19. Herr W. Koenig-Frankfurt a. M. Hydrodynamisch-akustische Versuche. In einem einerseits offenen andererseits mit einer Gummi-Membran verschlossenen weiten Glasrohr werden nach der Methode von Neesen lebhaftere Oscillationen der Luft dadurch erzeugt, dass eine elektromagnetisch in Schwingung erhaltene starke Feder mit einem am schwingenden Ende befestigten Kork gegen die Membran schlägt. In das Rohr werden 2 kleine Gestelle



eingeschoben, welche dazu dienen, je zwei Hollundermarkkugeln an Fäden oder feinen Metalldrähten leicht beweglich in geringem Abstände von einander so aufzuhängen, dass sie bis zur Röhrenmitte herabhängen. Bei dem einen Gestelle fällt die Verbindungslinie der Kugelcentren in die Richtung der Rohraxe, bei dem anderen senkrecht dazu. Sobald die Luft in Schwingung versetzt wird, stossen sich die ersten beiden Kugeln deutlich ab, die letzten beiden ziehen sich bis zur Berührung an. Der Vortragende meint, diese Erscheinungen bilden eine besondere Klasse der von Bjerknes ausführlich behandelten hydrodynamischen Wirkungen.<sup>1)</sup> Der Apparat des Herrn Koenig wird von Ernecke in Berlin geliefert.

20. Herr Th. Des Coudres-Leipzig macht einige Bemerkungen über elektrische Doppelbrechung.

21. Herr Meyerhoffer-Wien giebt einen Beitrag zur Energetik.

22. Der Vortrag des Herrn O. Wiedeberg-Leipzig über die Gesetze der galvanischen Polarisation und der Elektrolyse konnte wegen Mangels an Zeit nicht mehr gehalten werden, wird aber in dem Berichte über die Verhandlungen zum Abdruck kommen.

Ein Bericht über die Verhandlungen der Abteilung für mathematischen und physikalischen Unterricht wird folgen.

Rechnugel.

### Verein zur Förderung des physikalischen Unterrichts in Berlin.

*Sitzung am 12. Juni 1893.* Herr R. Heyden leitete aus den beiden ersten Keplerschen Gesetzen das Newtonsche Gesetz her und zeigte, wie das letztere zur Berichtigung des dritten Keplerschen Gesetzes verwandt werden kann. Ferner legte er die Berechnung einer Planetenbahn aus gegebenen Stücken dar und wies ganz elementar die Erhaltung der Kraft bei der Planetenbewegung nach. — Herr P. Kindel zeigte im Anschluss an den Vortrag des Herrn M. Koppe in der vorigen Sitzung, dass die Schattenlinien desselben Tages für alle Orte der Erde einen constanten Parameter besitzen, der gleich dem Radius des Schattenkreises am Pol ist. Sei  $\delta$  die Deklination des Ortes und  $s$  die Länge des Gnomons, so ist der Parameter  $p = s \cdot \cos \delta$ . — Derselbe leitete elementar die Kataustik eines Kugelspiegels für den Fall her, dass die Lichtstrahlen parallel zur Axe einfallen, und die Diakaustik für einen leuchtenden Punkt im Wasser.

*Sitzung am 26. Juni 1893.* Herr P. Glatzel berichtete über Fachkonferenzen an seiner Anstalt (R. G.) bezüglich der Einführung eines Leitfadens der Physik für die Unterstufe. Der Unterricht habe nicht nur Kenntnis von Erscheinungen und Gesetzen zu vermitteln, sondern auch formale Bildungszwecke zu erfüllen. Eine Anzahl neuer Leitfäden wurde von diesem Gesichtspunkte einer Kritik unterworfen. — Herr M. Koppe berichtete über eine merkwürdige Einwirkung vorüberfahrender Stadtbahnzüge auf den durch Luftpolektricität bewirkten Ausschlag eines Elektroskops. — Herr P. Szymański teilte mit, dass man die Bewegung eines Magneten in der Richtung der Kraftlinien nachweisen könne, wenn man eine magnetisierte Stricknadel, die durch einen Kork gesteckt ist, auf Wasser schwimmen lasse und die Bewegungen der Nadel durch zwei am unteren Teil der Nadel angebrachte Glimmerblättchen dämpfe.

*Sitzung am 11. September 1893.* Herr H. Thurein demonstrierte einige einfache akustische Apparate und führte Versuche mit selbsttönenden und tonempfindlichen Flammen und tonempfindlichen Wasserstrahlen vor. Er zeigte die Interferenz des Tones einer Stimmgabel mit dem von der Wandtafel zurückgeworfenen Tone und führte mittels zweier bewegter Stimmgabeln die Dopplerschen Erscheinungen vor.

*Sitzung am 28. September 1893.* Herr R. Lüpke zeigte einige Versuche über die Lichtabsorption (vgl. diese Zeitschr. VI 288), die Wärmeleitung, das Dulong-Petitsche Gesetz, das Dichtigkeitsmaximum des Wassers und die Übersmelzung des Wassers. Derselbe hielt einen eingehenden, von zahlreichen Versuchen und Messungen unterstützten Vortrag über die neueren Theorien der verdünnten Lösungen.

*Sitzung am 23. Oktober 1893.* Herr M. Koppe trug über die cyklische Berechnung der Mondphasen (Osterformel) vor. Er gab ein einfaches Verfahren zur Kalenderberechnung an, wobei er vielfach die Geschichte des Kalenderwesens heranzog und unter anderem nachwies, dass die Gaussische Formel zur Bestimmung des Osterfestes nicht erforderlich ist. Herr H. Hahn

<sup>1)</sup> Bei den Versuchen, welche uns Herr Bjerknes wenige Tage vor der Versammlung d. N. u. A. in München gezeigt hat, schwingen zwei feste Körper entweder concentrisch oscillierend (sich aufblühend . . .) oder pendelartig mit Verlegung des Schwerpunktes — innerhalb einer tropfbarren Flüssigkeit. Stets erfolgte gegenseitige Anziehung oder Abstossung der schwingenden Körper, erstere, wenn die Phasen übereinstimmten, letztere wenn sie um  $\frac{1}{2}$  abwichen.

gab eine Erklärung für den Versuch, durch welchen Herr H. Thurein in der vorletzten Sitzung den Einfluss einer tönenden Pfeife auf die Gestalt eines Wasserstrahles nachgewiesen hatte.

Sitzung am 9. November 1893. Herr O. Ohmann hielt einen Vortrag mit Demonstrationen über seinen Besuch der Salzlager zu Stassfurt und Schönebeck.

### Correspondenz.

Auf die Beurteilung von Börners Lehrbuch der Physik im 6. Hefte des VI. Jahrgangs hat der Verfasser des Buches folgende Entgegnung übersandt:

In dieser Zeitschrift (VI 315) hat Herr R. Heyne eine Beurteilung meines Lehrbuchs der Physik gegeben, welche den Zweck, den ich hinsichtlich der methodischen Behandlung des physikalischen Unterrichts verfolgte und nach dem übereinstimmenden Urteil einer grossen Zahl von Fachgenossen auch erreicht habe (wofür die Beläge zur Verfügung stehen), so vollständig verkennt, dass ich sie nicht als eine objektive ansehen kann. Ich sehe mich daher sowohl im eigenen als auch im Interesse der Leser der weit verbreiteten Zeitschrift genötigt, näher auf die Behauptungen des Herrn H. einzugehen.

Herr H. hat sich die Sache sehr leicht gemacht, er stützt sich bei seinen Behauptungen fast durchweg auf einzelne aus dem Zusammenhang gerissene, zum grössten Teil missverständliche Sätze der Vorrede und auf einzelne Stellen aus einer früheren (gründlichen und beachtenswerten), das Streben des Verfassers voll anerkennenden) Beurteilung einer einen Teil der ersten Stufe enthaltenden Programmabhandlung (III 148); den Inhalt des Buches selbst zieht er nur (in zwei Beispielen) heran, wenn er ihm geeignet erscheint, seine auf Missverständnissen, bezw. willkürlichen Annahmen beruhenden Behauptungen zu erhärten.

In dem Hauptsatz der Vorrede, der von dem Zwecke des physikalischen Unterrichts handelt, glaubt er das Fehlen einer der Hauptaufgaben des physikalischen Unterrichts zu entdecken; er giebt sich nun nicht die Mühe darüber nachzudenken, ob nicht in dem Wortlaute doch das von ihm Vermisste enthalten sei, hält es auch nicht für angemessen, den Inhalt des Buches daraufhin zu prüfen, ob derselbe jener „seiner“ Hauptaufgabe gerecht werde, sondern sucht jetzt nur nach vermeintlichen Beweisen für die Richtigkeit seiner Auffassung.

Jener Hauptsatz der Vorrede lautet: „Es dürfte allgemein zugegeben werden, dass der physikalische Unterricht einen doppelten Zweck hat, einmal eine gewisse Summe von Kenntnissen zu übermitteln, sodann durch Übung in der Anwendung der logischen Methoden formal bildend zu wirken.“ Darauf sagt Herr H.: „Ich glaube, hierin täuscht sich der Verfasser. Es dürfte doch so allgemein nicht zugegeben werden, dass der physikalische Unterricht nur diesen doppelten Zweck hat. Die Hauptaufgabe des physikalischen Unterrichts ist, den Sinn für Beobachtung, d. h. für richtige Auffassung und Beurteilung der Wirklichkeit, zu wecken und auszubilden.“ Ja weiss denn Herr H. nicht, was wissenschaftliche Induktion ist, oder rechnet er die Induktion nicht zu den logischen Methoden? Eine Induktion ist doch nur auf Grund einer Reihe von Beobachtungen oder Experimenten möglich; diese bilden das absolut unerlässliche Substrat der induktiven Denkopoperationen. Eine Induktion, die sich nicht auf die aus der Anschauung gewonnenen Begriffe stützt, ist keine Induktion. Somit gehört die Anleitung zum richtigen Beobachten mit zu der zu erstrebenden formalen Bildung. Darüber braucht doch unter Fachmännern nicht erst verhandelt zu werden! Wenn dem aber so ist, so ist es unverzeihlich, dass Herr H. nicht sorgfältiger prüfte, ehe er die so schwerwiegende Behauptung aufstellte, dass ich den Hauptzweck des physikalischen Unterrichts vernachlässige. Er hätte doch nur, ehe er die Feder in die Hand nahm, in der Vorrede weiter lesen sollen, wo es heisst: „Beide Zwecke werden am besten erreicht, wenn der Unterricht sich im grossen und ganzen dem historischen Gange der Forschung anschliesst. Die Induktion ist die Grundlage aller Naturwissenschaft; sobald aber durch Vernunftschlüsse allgemeine Wahrheiten gefunden worden sind, greift der menschliche Geist spekulierend ein und leitet aus ihnen mittels Deduktion besondere Gesetze ab. Mit dem Umfange der durch Induktion gefundenen Wahrheiten wächst der Umfang und die Bedeutung der deduktiven Schlussweise. Keine andere Wissenschaft zeigt eine so innige Verknüpfung und gegenseitige Durchdringung der beiden logischen Schlussarten. Eine naturgemässe Methode hat den erwähnten Gang auch bei der Übermittlung der wissenschaftlichen Ergebnisse zu befolgen. Ich kann daher weder denjenigen beistimmen, welche auf den Schulen reine Experimentalphysik treiben, noch denen, die möglichst sämtliche Gebiete der Physik deduktiv behandeln wollen.“ Diese Darstellung deckt sich mit der von mir bei der letzten Rheinischen Direktorenkonferenz aufgestellten und einstimmig angenommenen These: „Das Ziel des physikalischen



Unterrichts wird am besten erreicht, wenn derselbe sich im grossen und ganzen an den Gang der Forschung anschliesst. Daher ist auf keiner Stufe eines der beiden logischen Schlussverfahren ausschliesslich anzuwenden. Auf der Unterstufe herrscht die Induktion, auf der Oberstufe die Deduktion vor.“ Wenn Herr H. nicht so unterrichten will, sondern eine andere Unterrichtsmethode befolgt, so setzt er sich in Widerspruch mit den Urteilen sämtlicher Direktorenkonferenzen, die bisher diesen Gegenstand behandelt haben. — Aus seinen Worten „richtige Auffassung und Beurteilung der Wirklichkeit“ geht indessen hervor, dass er im Grunde genommen ganz dasselbe will wie ich, dass er mich nur einfach nicht verstanden hat. Wenn aber Herr H. infolge einer zu beschränkten Auffassung des Begriffs Induktion den von ihm angeführten Mangel in den Worten jenes Hauptsatzes zu entdecken glaubte und auch durch die folgenden Sätze der Vorrede eines Besseren nicht belehrt wurde, so wäre es doch wohl seine Pflicht gewesen, das Lehrbuch im Ganzen daraufhin anzusehen, ob es den zu stellenden Anforderungen entspricht, d. h. ob es von der Beobachtung und dem Versuche ausgeht.

Darin, dass das Buch den oben entwickelten Grundsätzen entsprechend aufgebaut ist, sind sich die mir zu Gesicht gekommenen Beurteilungen in Zeitschriften, sowie die zahlreichen mir schriftlich oder mündlich mitgetheilten Äusserungen von Fachgenossen einig. (Vgl. *Zeitschrift Gymnasium* 1893 No. 18; *Diters Paedagogium* XV 11; *Centralorgan für die Interessen des Realschulwesens* XXI 4; *Literarische Rundschau des Bautechnikers* 1893, 5; *Naturwissenschaftliche Wochenschrift von Potonié* VIII 13; *Krumme Archiv* XXXV 3; *Zeitschrift für das Gymnasialwesen* 1893, 5). Nach diesen übereinstimmenden Äusserungen wird man mir recht geben, wenn ich behaupte, Herr H. hat das Buch gar nicht genauer durchgesehen. Wenn er es aber doch gethan hat, dann spricht er sich mit den Worten: „Den Lehrer, der im Sinne des vorliegenden Lehrbuchs unterrichtet, und ich glaube, es geschieht dies nur noch recht selten, trifft der schwerwiegende Vorwurf, die Hauptaufgabe des physikalischen Unterrichts völlig zu verkennen und zu vernachlässigen“, sein eigenes Urteil!

Aus den wenigen Stellen des ersten Kursus, wo deduktiv verfahren wird, greift Herr H. eine heraus und verschweigt im Interesse seiner Beweisführung, dass an Hunderten von anderen Stellen immer von der Erfahrung, der Beobachtung, dem Versuche ausgegangen wird. Wie soll man es nennen, wenn angesichts der Thatsache, dass die erste Stufe des Lehrbuchs fast durchweg induktiv gehalten ist, Herr H. die Behauptung aufstellt: „Die Methode des Verfassers verführt den Schüler zu einer Überschätzung der Deduktion,“ welcher Behauptung sich dann das eben angeführte über eine langjährige erfolgreiche Thätigkeit gefällte vernichtende Urteil anschliesst?

Die Bemerkungen, die Herr H. an das ausgesuchte Beispiel von der Berechnung der Geschwindigkeit beim freien Fall anknüpft, sind durchweg unzutreffend. Er bemängelt zunächst, dass mitgeteilt wird, dass die Geschwindigkeit am Ende der ersten Sekunde 9,81 m betrage und dass in Klammern hinzugefügt werde: „Der Beweis folgt später.“ „Wird er am mathematischen Beweise geschulte Anfänger,“ so ruft er aus, „in der Physik nicht eine irrige Vorstellung sich bilden, wenn er von einem Beweise für die Richtigkeit von 9,81 m als Grösse der Fallgeschwindigkeit am Ende der ersten Sekunde hört?“ Was zunächst die Mitteilung anlangt, so geschieht die in allen mir bekannten Lehrbüchern. Anders ist es ja wohl auch auf der ersten Stufe nicht möglich, da die Ermittlung der Zahl durch Pendelversuche hier vollständig ausgeschlossen ist. „Nachweis“ würde es in jener Klammer besser heissen statt „Beweis“, das gebe ich zu. Aber sollte aus dem Worte „Beweis“ wirklich der Nachteil erwachsen, den Herr H. hervorhebt? Wozu ist denn der Lehrer da? Der wird doch wohl den Schülern sagen: Die Richtigkeit der Zahl 9,81 wird später an Versuchen, die wir jetzt noch nicht anstellen können, erwiesen werden. Ferner fragt Herr H.: „Kann durch blosser Vernunftschlüsse bewiesen werden, die Fallbewegung sei eine gleichmässig beschleunigte Bewegung?“ Ganz gewiss nicht, Herr H.! Wo steht indessen, dass das der Fall sei? Wenn in dem Streben nach möglichst knapper Darstellung in dem Beweise gesagt ist: „Der Körper erhält, da die Kraft unaufhörlich wirkt, in jeder Sekunde dieselbe Geschwindigkeit hinzu,“ so ist damit doch nichts gesagt, was jenen Ausspruch rechtfertigt. Hier wird doch selbstverständlich der Lehrer ausführlich erörtern, was in den Worten liegt, nämlich dass die Erdanziehung innerhalb der betrachteten Räume als eine unveränderlich wirkende Kraft angesehen werden kann, dass die Wirkung dieser Kraft also in jeder Sekunde dieselbe ist, die früher erlangte Geschwindigkeit aber infolge der Trägheit beibehalten wird u. s. w. Das Buch hat doch, wie in der Vorrede ausführlich dargestellt wurde, nur die Aufgabe, dem Schüler die Reihenfolge der Urteile, auf welche sich der Schluss gründet, noch einmal möglichst kurz vorzuführen, nicht aber den Lehrer zu ersetzen! Durch nichts rechtfertigt sich also der bombastische

Satz des Herrn H.: „Wird mit dem „da“ und „so“ umgegangen, wie in dem angeführten Beweise, dann dürften die Schüler eher zu Schwätzern als zu logisch geschulten Denkern erzogen werden.“ Wie wenig Herr H. instande ist, aus Worten den Sinn herauszulesen, beweist der weitere Satz: „Was nur durch Beobachtung gewonnen werden kann, muss man den Schülern auch als Ergebnis von Beobachtungen bezeichnen.“ Herr H. hat mir also wirklich zugetraut, ich wolle aus blossen Vernunftgründen beweisen, dass die Beschleunigung beim freien Fall 9,81 m betrage. Hätte er das Buch wirklich studiert, so würde die Bemerkung zu § 278 (Reversionspendel), „genaue Bestimmung von  $g$  und der Länge des Sekundenpendels“ ihn davor bewahrt haben, mich als Vertreter einer solchen pädagogischen Ungeheuerlichkeit hinzustellen.

Ebenso unzutreffend sind die weiteren Behauptungen des Herrn H. Dass ich den eingehenden und sachgemässen Äusserungen des Herrn Poske über die Anwendung des Energieprinzips bei den einfachen Maschinen, welche Äusserungen einen grossen Teil des damaligen Berichts über meine Programmabhandlung (s. o.) ausmachten, die verdiente Beachtung geschenkt habe, erwähnt Herr H. nur, um die Bemerkung daran zu knüpfen: „Während der Verfasser damals die Gesetze der einfachen Maschinen nach dem Vorgange von Reis aus dem Prinzip der Energie ableitete, polemisiert er jetzt ausdrücklich gegen Reis.“ Herr H. übersieht dabei wieder, dass meine jetzige Bemerkung gegen diejenigen gerichtet ist, welche „möglichst sämtliche Gebiete der Physik deduktiv behandeln wollen.“ Das würde ich auch damals bekämpft haben, als ich selbst dieses Prinzip wegen der Schwierigkeiten, die eine Ableitung der Gesetze aus dem Versuche zweifellos darbietet, auf die einfachen Maschinen anwandte.

„Ferner,“ sagt Herr H. weiter, „rühmt es der Verfasser, dass er die allgemeinen Begriffe nicht an den Anfang, sondern an den Schluss des Ganzen gesetzt habe. am Anfange wären sie inhaltsleere Definitionen. Kann man es aber billigen, dass auf S. 128 (2. Stufe, freier Fall) von der Beschleunigung gesprochen wird, ohne dass irgend welche Erklärung, was darunter zu verstehen ist, vorausgegangen ist, oder zunächst folgt?“ Zunächst ist von einem „Rühmen“ gar nicht die Rede! In der Vorrede steht ganz schlicht: „Die strenge Durchführung der logischen Methoden bedingte es ferner, dass die allgemeinen Begriffe nicht an den Anfang, sondern an den Schluss des Ganzen gesetzt wurden.“ Diese Schlussfolgerung hat Herr H. offenbar nicht begriffen, das geht aus dem gewählten Beispiel hervor, denn der Begriff Beschleunigung gehört zu den von mir gemeinten „allgemeinen Begriffen“ nicht! Unter diesen allgemeinen Begriffen sind solche zu verstehen, die in den meisten Lehrbüchern in der allgemeinen Einleitung gegeben werden, wie „Natur und Naturwissenschaft, Begriff der Naturbeschreibung, Naturlehre und ihrer Unterabteilungen, Naturgesetz (im engeren und weiteren Sinne), Hypothese, Experiment, Induktion, Deduktion u. s. w.“ Auch hier stellt sich wieder heraus, dass Herr H. das Buch nicht studiert hat, sonst hätte ihn der am Schluss befindliche Abschnitt VIII „Endergebnisse“, in welchem die genannten Begriffe behandelt sind, belehren müssen.

Was den Vorwurf in betreff der Beschleunigung anbetrifft, so übersieht Herr H., dass die zweite Stufe sich auf der ersten aufbaut, dass dem entsprechend im § 204 ausdrücklich steht: „Wiederhole §§ 27 und 28!“ dass in diesen Paragraphen die gleichmässig beschleunigte und die gleichmässig verzögerte Bewegung behandelt sind, der „Begriff“ Beschleunigung aber durch die Worte „Nimmt bei der ungleichförmigen Bewegung die Geschwindigkeit in jeder Sekunde um gleichviel zu oder ab, so heisst die Bewegung gleichmässig beschleunigt oder gleichmässig verzögert“ seine Erledigung gefunden hat. Also auf S. 128 tritt zum ersten Male das „Wort“ Beschleunigung auf, der „Begriff“ aber ist schon auf S. 15 kennen gelernt worden! In der nächsten Auflage soll auch hier das aus Versehen weggebliebene „Wort“ stehen.

Aus dem Vorstehenden geht zur Evidenz hervor — und jeder, der das Buch zur Hand nimmt, wird sich von der Richtigkeit des Gesagten überzeugen, dass alle Ausstellungen des Herrn H., mit Ausnahme weniger redaktionellen, in nichts zerfallen. Das Urteil über die Ausdrucksweise, welche Herr H. einem Fachgenossen gegenüber für angemessen hält, kann ich nach dem Gesagten getrost den Lesern dieser Zeitschrift überlassen.

Eiberfeld im October 1893.

Dr. Börner.

Von Herrn R. Heyne ist darauf die nachstehende Erwiderung eingegangen:

Zunächst weise ich den Vorwurf der Oberflächlichkeit, den Herr Börner mir macht, entschieden zurück. Ich habe mich bei der Besprechung absichtlich auf einzelne Punkte von allgemeiner Bedeutung beschränkt. Über unrichtige Beschreibungen von Vorgängen, mangelhafte Definitionen, Ungenauigkeiten im Ausdruck, Unverständliches, fehlerhafte Benutzung



guter Quellen und ähnliches, das sich in dem Börnerschen Buche in grosser Zahl findet, bin ich stillschweigend hinweggegangen. Mir kam es im wesentlichen nur darauf an, gegen die Tendenz des Buches und die darin ausgesprochene Auffassung vom Zweck des physikalischen Unterrichts Front zu machen. Ich bin auch nach dem Collegium logicum des Herrn Börner der Meinung, der Ausdruck „formal logisch bilden“ schliesse die Schärfung des Beobachtungssinnes durchaus nicht so selbstverständlich in sich, dass es eines besonderen Hervorhebens gar nicht bedürfe. John Tyndall hielt es nicht für überflüssig, es auszusprechen, „die Hauptwirkung und das erste Ziel des physikalischen Unterrichts sei die Schärfung des Beobachtungssinnes und die Anleitung zu consequentem Nachdenken über das Geschehene, sowie zu strenger Prüfung der gezogenen Schlüsse durch das Experiment.“ Der gewöhnliche Sprachgebrauch und nur nach diesem kann man seine Worte verstanden wissen wollen, bezeichnet mit „formal logisch bilden“ ganz etwas anderes. Wer denkt, wenn er von der „formal logisch bildenden Kraft der Mathematik“ hört, an Beobachtung? Gerade aber die Annäherung an die demonstratio more geometrico scheint Herrn Börner vorgeschwebt zu haben, wenn er sagt: „Wie in der Mathematik, so müssen meiner Erfahrung nach auch in dem ersten Kursus der Physik die logische Aufeinanderfolge der That-sachen und die daraus gezogenen Schlüsse und Schlussreihen äusserlich vor Augen geführt werden, und wie dort die gewonnenen Wahrheiten zur Lösung von Aufgaben verwandt werden, so sollen hier die bestätigenden Versuche dazu dienen, aus den gefundenen Gesetzen die Ergebnisse dieser Versuche vorherzusagen.“ Herr Börner behauptet, ich wolle im Grunde dasselbe wie er. Nein, Herr Börner will etwas Neues, von dem bisherigen abweichendes: Einführung der äusseren Kennzeichnung des logischen Aufbaues in den physikalischen Unterricht. Ich dagegen behaupte, die Schärfung des Beobachtungssinnes sei so wichtig, dass eine Schmälerung der darauf hinczielenden Arbeit, wie sie die Betonung des logischen Gerippes erfordert, nicht zu rechtfertigen ist.

Mit der These des Herrn Börner kann ich mich nicht einverstanden erklären. Auch auf der Oberstufe, d. h. in O II und I herrscht die Induktion noch vor. Herr Börner fasst eben das auf der Unterstufe, d. h. in U II zu bewältigende Pensum viel zu weit. Zumal doch, wenn das logische Skelett nicht nur auf dem Papier stehen soll, zur Einprägung desselben nicht wenig Zeit gebraucht wird.

Über die unterrichtliche Thätigkeit des Verfassers habe ich kein Urteil gefällt. Es ist mir sehr wohl bekannt, dass die Unterrichtsweise jemandes von der Form eines von ihm verfassten Lehrbuches abweichen kann. Herr Börner illustriert dies selbst. Im Lehrbuch steht: Beweis folgt später. Der Lehrer aber sagt: Die Richtigkeit der Zahl 9,81 wird später an Versuchen, die wir jetzt noch nicht anstellen können, erwiesen werden. Übrigens habe ich gar nicht davon gesprochen, was ich mir bei den Worten „Beweis folgt später“ denke, sondern was sich der Schüler dabei denken wird.

Bei der Wiederholung meiner Worte über den Erfolg der Poskeschen Besprechung der Programmabhandlung lässt Herr Börner gerade das aus, worauf es mir besonders ankam. Herr Börner beruft sich mehrfach auf seine langjährige Erfahrung und betont auch in seiner Entgegnung etwas stark den autoritativen Standpunkt. Dem gegenüber schien es mir notwendig darauf hinzuweisen, dass Herr Börner die Methode, welche er als die einfachste und fruchtbringendste erprobt hatte, sehr leicht preisgegeben hat.

Was Herr Börner unter allgemeinen Begriffen versteht, habe ich in der That missverstanden. Das ist aber auch das einzige Missverständnis, welches ich Herrn Börner zugestehen kann, und womit Herr Börner wohl nicht seinen allgemeinen Vorwurf mangelnder Objektivität und beschränkter Auffassung aufrecht erhalten kann. Denn die gerügte Thatsache, dass der Begriff Beschleunigung erst am Schlusse des Buches definiert wird, giebt Herr Börner zu. Der von Herrn Börner citierte Satz erledigt den Begriff keineswegs soweit, dass die Schüler im Stande sind, Aufgaben, wie sie etwa Helm in seiner Mechanik stellt, selbständig zu lösen.

Meinen Einwurf gegen den Beweis der Formel  $v = gt$  hat Herr Börner wohl nicht verstanden. Derselbe geht dahin, es könne scheinen, der Verfasser wolle durch Vernunftgründe beweisen, die Geschwindigkeit sei proportional der Zeit.

Herr Börner erwähnt eine Reihe von Besprechungen seines Lehrbuches. Leider konnte ihm, als er seine Entgegnung schrieb, die Besprechung noch nicht bekannt sein, welche Herr Dr. Eduard Maiss in Wien im 11. Hefte der *Zeitschrift für das Realschulwesen*, herausgegeben von Dr. Josef Kolbe, veröffentlicht hat. Dieselbe bringt Einzelheiten, die mein Urteil über das Buch bestätigen, in erdrückender Fülle. Ich begnüge mich, auf diese Besprechung zu verweisen.

R. Heyne.

Himmelserscheinungen im März und April 1894.

☾ Mond, ♀ Merkur, ♀ Venus, ♂ Erde, ☉ Sonne, ♂ Mars, ♃ Jupiter, ♄ Saturn. — ♂ Conjunction, □ Quadratur, ♁ Opposition.

Monatstag	März						April						
	2	7	12	17	22	27	1	6	11	16	21	26	
Helio- centrische Längen.	114°	142	165	186	203	219	234	248	262	276	291	306	☾
	171	179	187	195	203	211	219	227	235	243	251	259	☾
	162	167	172	177	182	187	192	197	202	206	211	216	☾
	247	250	252	255	259	261	263	266	269	272	275	278	♂
	66	66	66	67	67	68	68	69	69	70	70	70	♃
	200	201	201	201	201	201	201	202	202	202	202	202	♄
Aufst Knoten.	12°	12	11	11	11	11	10	10	10	10	9	9	☉
Mittl. Länge.	284	350	56	122	188	253	320	25	91	157	223	289	☉
Geo- centrische Recta- scensionen.	286°	347	49	126	192	254	320	18	91	164	224	290	☾
	358	357	354	350	347	347	348	351	355	1	7	13	☾
	321	320	320	322	324	327	330	334	338	342	346	351	☾
	343	348	353	357	2	6	11	15	20	25	29	34	♂
	283	287	290	294	298	302	305	309	313	316	320	323	☉
	53	53	54	55	56	56	58	59	60	61	62	63	♃
	204	204	203	203	203	202	202	202	201	201	201	200	♄
Geo- centrische Dekli- nationen.	-28°	- 8	+22	+24	- 5	-28	-20	+ 9	+29	+10	-20	-27	☾
	+ 2	+ 3	+ 2	- 1	- 3	- 5	- 6	- 5	- 4	- 3	- 0	+ 3	☾
	- 7	- 8	- 9	- 9	- 9	- 9	- 9	- 8	- 8	- 7	- 6	- 4	☾
	- 7	- 5	- 3	- 1	+ 1	+ 3	+ 5	+ 7	+ 8	+10	+12	+14	♂
	-23	-23	-23	-22	-22	-21	-21	-20	-19	-18	-17	-16	♂
	+18	+18	+19	+19	+19	+19	+20	+20	+20	+20	+20	+21	♃
	- 7	- 7	- 7	- 7	- 7	- 7	- 6	- 6	- 6	- 6	- 6	- 6	♄
Aufgang.	18 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup>	18.33	18.21	18.10	17.58	17.46	17.34	17.22	17.11	17.0	16.49	16.39	☉
	17 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup>	19.0	20.12	0.23	7.41	14.10	16.47	17.39	20.44	2.34	9.22	14.14	☉
Untergang.	5 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup>	5.48	5.57	6.6	6.15	6.24	6.32	6.41	6.50	6.58	7.7	7.16	☉
	23 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> *	5.43	12.41	17.23	18.25	20.15	0.45	7.25	14.18	16.13	17.14	21.9	☉
Zeitgleichg.	+12 <sup>m</sup> 16 <sup>s</sup>	+11.9	+9.51	+8.26	+6.56	+5.24	+3.53	+2.24	+1.1	-0.15	-1.23	-2.19	☉

\*) Bezieht sich auf den vorhergehenden Tag.

Daten für die Mondbewegung (in Berliner Zeit):

März 1 5 <sup>h</sup>	Mond in Erdferne	April 5 16 <sup>h</sup> 54 <sup>m</sup>	Neumond
" 7 3 12 <sup>m</sup>	Neumond	" 10 16	Mond in Erdnähe
" 14 7 22	Erstes Viertel	" 12 13 26	Erstes Viertel
" 16 19	Mond in Erdnähe	" 19 15 55	Vollmond
" 21 3 5	Vollmond	" 25 21	Mond in Erdferne
" 28 21 21	Letztes Viertel	" 27 16 14	Letztes Viertel
" 29 1	Mond in Erdferne		

**Constellationen.** März: 1 18<sup>h</sup> ♂♂ ☉; 4 17<sup>h</sup> ♀♂ ☉; 7 20<sup>h</sup> ♀♂ ☉; 12 10<sup>h</sup> ♃♂ ☉; 13 21<sup>h</sup> ♀☉ untere ☉, wird Morgenstern; 20 4<sup>h</sup> ☉ im Widder, Frühlings-Aequinox; 21 unsichtbare Mondfinsternis; 22 17<sup>h</sup> Spica ♂ ☉ (Bedeckung); 22 22<sup>h</sup> ♄♂ ☉; 24 17<sup>h</sup> ♀ als Morgenstern im grössten Glanze, 46mal so hell wie Wega; 30 19<sup>h</sup> ♂♂ ☉. — April: 1 22<sup>h</sup> ♀♂ ☉; 3 12<sup>h</sup> ♀♂ ☉; 5 unsichtbare Sonnenfinsternis; 8 18<sup>h</sup> ♀ in Sonnennähe; 9 0<sup>h</sup> ♃♂ ☉; 10 16<sup>h</sup> ♀ in grösster westl. Elongation; 11 7<sup>h</sup> ♄♂ ☉; 19 3<sup>h</sup> ♄♂ ☉; 26 22<sup>h</sup> ♀ in grösster westl. Elongation von 40° 10'; 28 20<sup>h</sup> ♂♂ ☉.

**Meteore.** Maximum der zweiten März-Hälfte durch Mondlicht gestört, ebenso der reiche Meteorschauer April 18.—23.

An den mondfreien Abenden zu Anfang und Ende März ist das **Zodiakallicht** gegen 8<sup>h</sup> am Westhimmel zu beobachten. Im April gelingt die Wahrnehmung nur dem Geübteren.

**Veränderliche Sterne.** Algols-Minima treten ein März 17 10<sup>h</sup>; April 9 9<sup>h</sup>\*). — Minima von  $\delta$  *Librae* März 4 16<sup>h</sup>, 11 15<sup>h</sup>, 18 14<sup>h</sup>, 25 14<sup>h</sup>; April 1 14<sup>h</sup>, 8 14<sup>h</sup>, 15 13<sup>h</sup>, 22 13<sup>h</sup>, 29 12<sup>h</sup>. —  $\beta$  *Lyræ* ist in den späten Abendstunden, noch besser morgens zu beobachten;  $\zeta$  *Geminorum*,  $\eta$  *Aquilæ* abends,  $\delta$  *Cephei* abends und morgens. — Von den schwach und unregelmässig veränderlichen Sternen sind  $\mu$  *Cephei* und  $\alpha$  *Cassiopeiæ* circumpolar;  $\eta$  *Geminorum*,  $\delta$  und  $\alpha$  *Orionis* (dieser neuerdings stärker veränderlich) abends,  $\alpha$  und  $\zeta$  *Herculis* morgens zu beobachten. J. Plassmann, Warendorf.

\*) Der Ephemeride nach; die neuesten Beobachtungen ergeben eine merkliche Verspätung.