

## Einige Experimente aus der Lehre von den Schwingungen.<sup>1)</sup>

Von

Dr. H. J. Oosting in den Helder (Holland).

1. In *Fig. 1* ist eine Vorrichtung abgebildet, wobei die Drehung der Axe eines kleinen elektrischen Motors (Griscorn-motor) in eine geradlinige einfache Schwingung oder eine einfache harmonische Bewegung umgesetzt wird. Wie dies geschieht, wird aus der Figur deutlich sein. Die auf die Axe des Motors aufgesetzte Kurbel ist so konstruiert, dass man die Amplitude der Schwingung abändern und die Kurbel ausbalancieren kann. Eine der zwei sich hin- und herbewegenden Stangen endet in eine Klemme, worin ein zugespitztes Stück Messingblech befestigt wird. Während man den Motor 10 bis 20 Touren pro Sekunde machen lässt, zieht man einen beruhten Glasstreifen unter dem messingenen Schreibstift hindurch und erhält eine Wellenlinie. Am besten verfährt man, wenn man unter den Schreibstift einen Holzklötz mit zwei darauf liegenden Leisten stellt, welche der Glasplatte als Führung dienen.<sup>2)</sup>

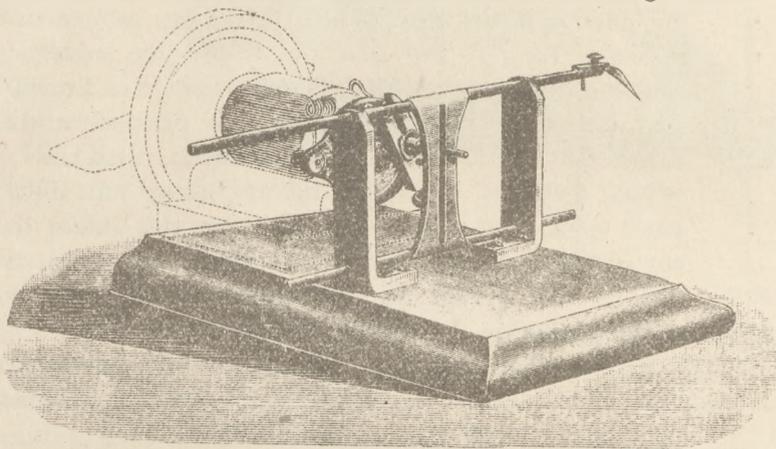


Fig. 1.

2. *Fig. 2* ist die Abbildung eines Apparates, womit man demonstriert, dass bei einem Pendel bei kleinen Ausweichungen die Kraft nach der Gleichgewichtslage der Abweichung proportional angenommen werden darf. Das Pendel besteht aus einer Bleischeibe, die an einem Faden befestigt ist, welcher an einem anderen Pendelmechanismus befestigt ist.

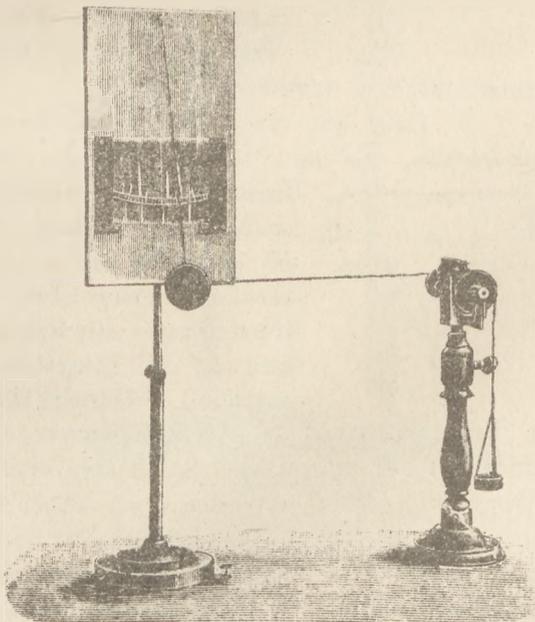


Fig. 2.

<sup>1)</sup> Vgl. diese Zeitschr. II 190 u. 241.

<sup>2)</sup> Derselbe Apparat hat mir sehr gute Dienste geleistet für eine wissenschaftliche Untersuchung über erzwungene Schwingungen von Fäden und Stäben, welche an einem anderen Orte veröffentlicht werden soll.

welche an einem dünnen vertikalen Faden hängt. An der Scheibe ist ein zweiter Faden befestigt, welcher horizontal über eine feste Rolle läuft und eine kleine papierene Schale trägt. Ist die Masse der Bleischeibe 100 Gramm, so erhält man mit 2, 4, 6 Gramm in der Schale der Theorie nach  $1,14^\circ$ ,  $2,29^\circ$ ,  $3,44^\circ$ .

Das Pendel ist vor eine vertikale Glasplatte aufgehängt, auf welche eine Kreisteilung geätzt ist, deren Mittelpunkt mit dem Aufhängepunkt des Pendels zusammenfällt. Bei meinem Apparate ist der Radius der Kreisteilung 20 cm. Die Kreisteilung und der Aufhängefaden werden mittels eines Skioptikons projiziert. Zehntelteile der Grade werden geschätzt.

3. Dass die Verlängerung eines Fadens proportional der Belastung angenommen werden darf, kann in folgender Weise demonstriert werden. Ein Faden von dunkelbraunem Kautschuk ist am oberen Ende festgeklemmt und trägt am unteren Ende einen kleinen Blechring mit einem dünnen horizontalen Faden *a* (Fig. 3). Der Blechring trägt eine Schale aus Pappe. Die Vorrichtung wird vor der Beleuchtungslinse des Projektionsapparates in der Art aufgestellt, dass der Blechring parallel mit der Vorderfläche der Linse fällt. Vor den Projektionsschirm wird eine vertikale Centimeterteilung gehängt von z. B. 100 cm Länge mit Ziffer 0, 10 u. s. w. von unten nach oben. Man liest die Lage des Bildes des Fadens *a* ab, setzt ein Gewicht in die Schale, liest wieder ab u. s. w. Der Kautschukfaden, den ich bei diesem Experimente verwende, hat eine Länge von 40 cm und einen quadratischen Durchschnitt von  $4 \text{ mm}^2$ .



Fig. 3.

4. Um zu demonstrieren, dass die Biegung eines Stabes der Kraft proportional ist, verwende ich einen Stahlstab, welcher an einem Ende befestigt ist. Auf das andere Ende *a* (Fig. 4) wird ein Messingrohr geschoben, an dessen Unterseite ein Haken gelötet ist, woran Gewichte gehängt werden. An der Oberseite ist eine Nähnadel *b* gelötet. Das Bild wird wieder projiziert auf die vertikale Teilung, welche auch bei der Verlängerung des Kautschukfadens verwendet wird.

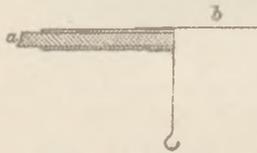


Fig. 4.

5. Dass bei einem Pendel die Geschwindigkeit wächst von der grössten Ausweichung bis zur Gleichgewichtslage, lässt sich zeigen mit dem kleinen aus Messingdraht angefertigten Pendel, welches ich in Fig. 5 gezeichnet habe (Länge etwa 5 cm). Dieses Pendel schwingt um die Spitzen *a* und *b*. Es trägt ein vertikales Spiegelchen *S* und eine Messingkugel mit Schraube. Lässt man auf das Spiegelchen ein horizontales Lichtbündel fallen, wie bei

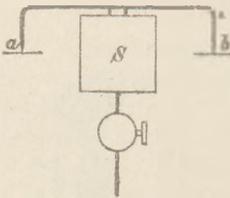


Fig. 5.

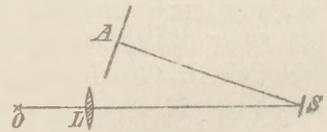


Fig. 6.

der Erzeugung der Lissajousschen Kurven (siehe unten ausführlicher), dann erhält man auf einem Schirm *A* (Fig. 6) eine vertikale Lichtlinie. Man kann auch einen Schirm mit Öffnung anwenden, wie unten beschrieben wird (*AB* in Fig. 10), oder wenn man es vorzieht, den Schirm der Lichtquelle gegenüber zu haben, so kann man das von *S* reflektierte Licht noch einmal an einem festen Spiegel reflektieren und endlich auf einen Schirm fallen lassen.

Vor der Öffnung *O*, welche das Licht durchlässt, wird nun eine Scheibe mit Öffnungen, welche in einem Kreis in gleichen Distanzen angebracht worden sind, gleichmässig gedreht, wodurch das Licht intermittierend durchgelassen oder

zurückgehalten wird, und statt der Lichtlinie erhält man auf dem Schirm eine Punktenreihe, deren Distanz nach den Enden kleiner wird.<sup>3)</sup>

6. G. TISSANDIER hat in seinem Buche „*Les Récréations scientifiques*“ eine Vereinfachung des TISLEYSCHEN Harmonographen beschrieben. Bei dem TISLEYSCHEN Apparate pendelt ein Tischchen, worauf ein Blatt Papier festgelegt ist, und ein Pendel zeichnet auf diesem Blatt die Lissajoussche Figur. Bei dem Apparate von TISSANDIER wird die Bewegung zweier Pendel, deren Schwingungsebenen zu einander senkrecht stehen, auf ein fein ausgezogenes Glasröhrchen übertragen; dieses ist mit Tinte gefüllt und zeichnet auf einem Blatt Papier die Kurve.

Wenn man das eine Pendel festhält oder an seine Stelle einen festen Drehpunkt setzt, so ist diese Vorrichtung sehr zweckmässig, um von dem zweiten Pendel eine Sinusoide zeichnen zu lassen (Fig. 7). Dazu habe ich auf dem Holzbrett zwei Holzleisten befestigt, zwischen

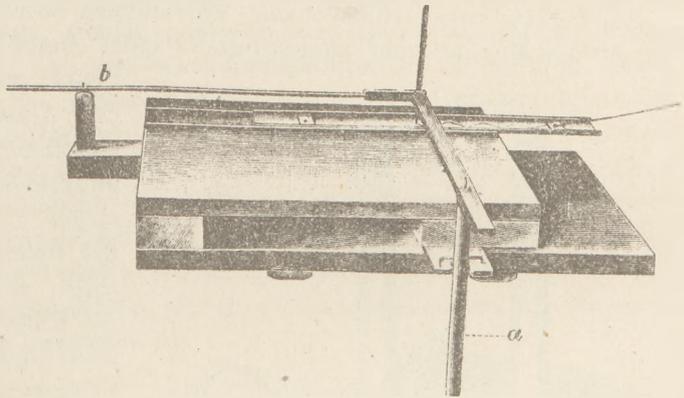


Fig. 7.

welche ein Kartonstreifen passt. Auf dem Karton wird ein Streifen Schreibpapier festgelegt und das eine Ende des Kartonstreifens mittels eines Reissbrett-nagels mit dem schmalen Papierstreifen eines Morse-Telegraphenapparates<sup>4)</sup> verbunden. Von diesem Apparate erhält der Karton mit dem Papierstreifen eine gleichförmige Bewegung. Die Schwingungsebene des Pendels steht auf der Richtung dieser Bewegung senkrecht und das Pendel beschreibt auf dem Papier eine Sinusoide. In der Figur sieht man an der Vorderseite den oberen Teil des Pendels (a), während links sich ein fester Drehpunkt (b) befindet.

Statt eines ausgezogenen Glasröhrchens verwende ich bei diesem Versuche auch einen gläsernen Schreibstift, wie sie gegenwärtig käuflich sind. Für die Lissajousschen Figuren ziehe ich die Verwendung eines stählernen Stiftes vor, welcher die Figur auf einer berussten Glasplatte beschreibt. Mit dem Skiop-

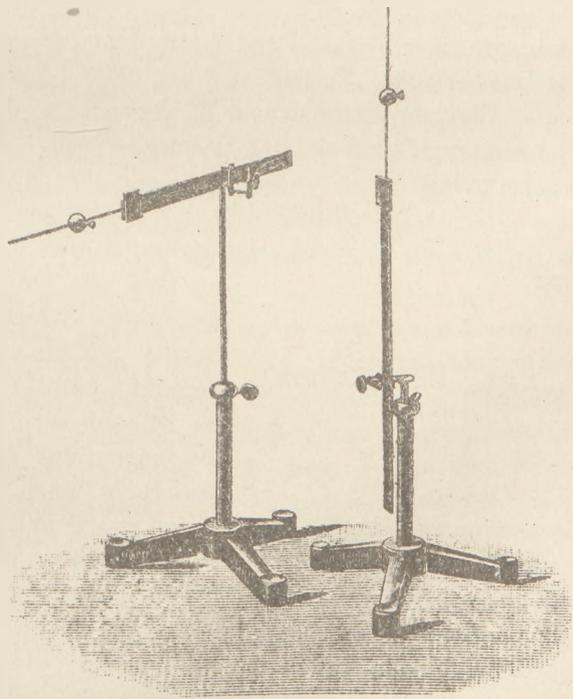


Fig. 8.

<sup>3)</sup> TÖPLER, *Pogg. Ann.* 128, 1866.

<sup>4)</sup> Wenn man solchen nicht besitzt, wird wohl in anderer Weise die Bewegung erhalten werden können.

tikon kann dann die Figur projiziert werden. Zum Aufbewahren werden die Figuren in einer alkoholischen Lösung von Benzoëharz fixiert.

7. Für die Erregung der Lissajousschen Schwingungskurven mittels Stahlfeder<sup>5)</sup> mit Spiegel ist meiner Ansicht nach die in Fig. 8 abgebildete Form der Apparate zweckmässig. An den Stangen, welche in den Fuss eines Tischchens passen, ist ein Quetschhahn nach HOFMANN angelötet, worin die Feder befestigt wird. An das eine Ende der Stangen ist eine Stricknadel gelötet, auf welcher eine messingene Kugel mit Schraube zur Regulierung der Schwingungszeit verschoben werden kann.

8. Ich habe früher<sup>6)</sup> eine Vorrichtung beschrieben, wobei die Bewegung zweier aus Messingdraht angefertigter Pendel combinirt wird, indem eines dieser

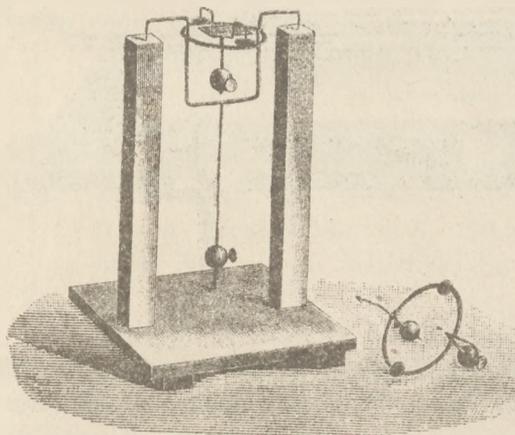


Fig. 9.

Pendel, welches ein horizontales Spiegelchen trägt, an dem zweiten Pendel so aufgehängt ist, dass die zwei Schwingungsebenen zu einander senkrecht stehen. In Fig. 9 hängt das eine Pendel, welches das horizontale Spiegelchen trägt, auf einem längeren Pendel, und die Kugeln mit Schraube sind so reguliert, dass das Verhältnis der beiden Schwingungszeiten wie 1:2 ist (nämlich 20 ganze Schwingungen in 7,5 und 15 Sekunden). Neben dem Apparate liegt noch ein drittes Pendel. Wird dieses an die Stelle des grössten Pendels

gesetzt und das Pendel mit dem Spiegelchen wieder darauf gehängt, so bekommt man das Verhältnis 1:1. Die Länge des kleinen Pendels ist etwa 5 cm.

Früher hatte ich den Versuch in der Weise angeordnet, dass ich die Schwingungsfigur an der Decke erhielt. Nachher habe ich bessere Methoden aufgefunden:

Erste Methode (Fig. 10).  $O$  ist eine kleine Öffnung vor dem Heliostaten oder vor dem Projektionsapparate,  $L$  eine Linse, welche in passender Entfernung ein Bild der Öffnung  $O$  erzeugt. Vor die Linse stellt man einen Schirm  $AB$ , der in der Mitte eine kreisförmige Öffnung hat, um das Licht durchzulassen.

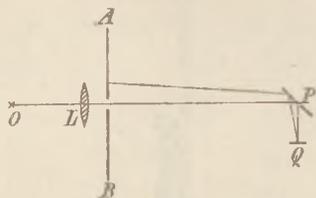


Fig. 10.

Ungefähr halb so weit von dem Schirme wie das Bild der Öffnung wird jetzt ein Spiegel  $P$  gestellt, der unter  $45^\circ$  gegen das Lichtbündel geneigt ist. Dieser wirft das Licht nach unten auf das Spiegelchen  $Q$  des

Pendelapparates. Das Licht wird von  $Q$  und  $P$  reflektiert und man erhält auf dem Schirme  $AB$  die Schwingungskurve.

Zweite Methode (Fig. 11).  $O$  und  $L$  haben dieselbe Bedeutung wie vorher. Jetzt fällt das Licht, nachdem es von dem Spiegel  $P$  reflektiert worden ist, auf den Spiegel  $R$ , welcher senkrecht zu  $P$  gestellt ist und seine spiegelnde Fläche nach unten ge-

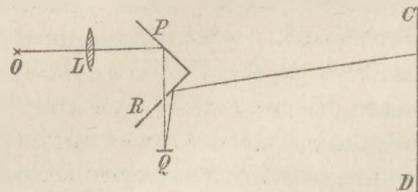


Fig. 11.

<sup>5)</sup> MÜLLER-POULLET-PFAUNDLER, *Lehrbuch der Physik*.

<sup>6)</sup> *Wied. Ann.* 23, 416, 1888; diese Zeitschr. II 190.

wendet hat. Von der Folie dieses Spiegels  $R$  ist in der Mitte ein Teil ellipsenförmig abgenommen worden. Durch die in dieser Weise erhaltene Öffnung (man könnte natürlich auch eine wirkliche Öffnung in  $R$  machen, aber das würde nicht so leicht gehen) wird das Licht auf das Spiegelchen  $Q$  geworfen. Von  $Q$  und  $R$  wird dann das Licht reflektiert, und die Schwingungsfigur entsteht auf dem Schirm  $CD$ .

Eine allgemeine Bemerkung über die Ausführung derartiger Experimente mittels eines Skioptikons sei mir noch gestattet.

Ich ziehe es vor, nicht das Objektiv des Skioptikons zu benutzen, um ein Bild der Öffnung zu entwerfen, sondern benutze eine Linse von 50 cm Brennweite und 8 cm Durchmesser. Von den Beleuchtungslinsen des Skioptikons nehme ich die vorderste ab. Man hat keinen Vorteil davon, die Lichtstrahlen stark auf die Öffnung convergieren zu lassen, wenn infolge davon in einiger Distanz doch wieder weniger Licht aufgefangen werden kann. Von den drei Flammen meines Skioptikons kommt nur die mittlere zur Wirkung. Man kann darum statt des Skioptikons einen einzelnen Petroleumflachbrenner verwenden, indem man an die Stelle des gewöhnlichen Glaszylinders einen Blechzylinder setzt, welcher an der Vorderseite eine kleine Glasplatte erhält, wovon wieder ein Blechstreifen mit einer kleinen kreisförmigen Öffnung gesetzt wird.

## Ein Apparat zur Erklärung der Entstehung der Kundtschen Staubfiguren.

Von

Prof. Dr. Walter König, Dozenten am physikalischen Verein zu Frankfurt a./M.

Der Apparat<sup>1)</sup> dient dazu, gewisse akustische Bewegungserscheinungen zu zeigen, vor allem die Anziehungen und Abstossungen, die zwischen zwei kleinen, leicht beweglichen Kugeln auftreten, wenn sie sich in einer hin- und herschwingenden Luftmasse befinden. Zur Erzeugung intensiver Luftschwingungen wird das von Herrn NEESEN (*Wied. Ann.* 30, S. 438, 1887) angewandte Verfahren benutzt. Der Apparat besteht daher in erster Linie aus einer Glasröhre, 55 cm lang, 4,5 cm weit, die einerseits offen, andererseits durch eine Membran von dünnem Kautschuk oder Pergamentpapier verschlossen ist. Die Luft in diesem Rohre wird dadurch in starke Schwingung versetzt, dass gegen die Mitte der Membran ein Kork schlägt, der an dem frei schwingenden Ende einer andererseits festgeklebten starken stählernen Feder befestigt ist. Diese Feder wird elektromagnetisch in Schwingung erhalten. Sie ist 9 cm lang, etwas über 1 cm breit; der Kontakt, eine Bürste aus Platindraht, die einem verstellbaren Platinbleche gegenübersteht, sitzt  $2\frac{1}{2}$  cm vom festen Ende der Feder; das freie Ende trägt ausser dem Kork eine kleine Eisenmasse, um den Schwingungen grössere Wucht zu verleihen. Der Elektromagnet nebst Feder und Kontakt und die Glasröhre sind zusammen auf einem schmalen Holzbrette montiert; die Röhre ruht auf zwei Lagern, in denen sie parallel mit sich selbst verschoben und in beliebiger Lage festgeklebt werden kann. Durch zwei Accumulatoren wird die Feder in lebhaftere Schwingung versetzt. Verschiebt man dann die Röhre in ihren Lagern, so lässt sich die Stellung der Membran gegen den aufschlagenden Kork leicht so regulieren, dass neben

<sup>1)</sup> Der Apparat wurde auf der Naturforscher-Versammlung in Nürnberg gezeigt und ist aus dieser Veranlassung schon kurz in dieser Zeitschrift auf S. 154 des vorigen Jahrganges erwähnt worden. Eine ausführliche Beschreibung ist bislang noch nicht gegeben worden.

dem Geräusch des Anschlagens der Eigentön des Rohres deutlich hörbar ist, wozu eine genaue Abstimmung der Feder auf den Ton des Rohres nicht einmal erforderlich ist. In dieser Stellung haben die Luftschwingungen in dem Rohre die gewünschte Stärke und Regelmässigkeit. — Streut man Korkfeilicht in die Röhre, so bleibt dieses in der Nähe der Membran in Ruhe; weiterhin ordnet es sich in den KUNDTSCHEN Rippen an, deren Abstand mit der Annäherung an das offene Ende zunimmt; in der Nähe dieses Endes wird der Staub heftig emporgewirbelt und zum Teil hinausgeschleudert.

Um diese bekannte Anordnung des Staubes zu erklären, muss man zeigen, welche Kräfte zwischen zwei Körpern in einer schwingenden Luftmasse wirksam sind. Zu diesem Zwecke sind dem Apparate zwei kleine Gestelle beigegeben, die in die Glasröhre eingeschoben werden können. Jedes von ihnen trägt zwei kleine Pendelchen; diese bestehen aus dünnem, versilberten Kupferdraht, auf dessen unteres Ende eine Hollundermark-Kugel von ca. 1 cm Durchmesser aufgeschoben ist; das obere Ende ist zu einem Haken umgebogen, mit dem das Pendel in eine Öse eingehängt wird. Die Länge des Pendels vom Haken bis zur Mitte der Kugel beträgt 2,5 cm. Die Ösen sitzen an den Enden horizontaler Messingstäbe, die in Hülsen verschiebbar sind, und diese Hülsen sind an flachen Ringen befestigt, die, durch Querleisten verbunden, gerade in die Röhre hineinpasse. Das ganze Gestell ist so bemessen, dass es den Innenraum der Röhre möglichst wenig beschränkt und dass die Pendelkugeln möglichst frei und leicht beweglich im mittleren Raum der Röhre hängen. Bei dem einen Gestell (Fig. 1)

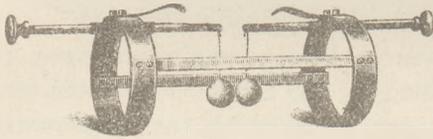


Fig. 1.

ist die Anordnung so getroffen, dass die Verbindungslinie der Kugelmittelpunkte in die Längsrichtung der Röhre fällt; die Kugeln hängen im Sinne der Schwingungsrichtung der Luft hinter einander. Bei diesem Gestelle

werden die Stäbchen, von deren Enden die Pendel herabhängen, so eingestellt, dass wenn die Kugeln frei und ruhig herabhängen, ihre Oberflächen sich eben berühren (Fig. 1a). Wird das Gestell dann in die Röhre geschoben und die Luft in der beschriebenen Weise in Schwingung versetzt, so entfernen sich die Kugeln von einander bis auf einen Abstand von ca. 4 mm zwischen den nächstgelegenen Punkten ihrer Oberflächen (Fig. 1b).

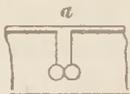


Fig. 1 a.

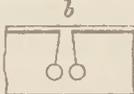


Fig. 1 b.

Bei dem anderen Gestell (Fig. 2) sind die Pendelträger so angeordnet, dass die Kugeln im Sinne der Schwingungsrichtung neben einander hängen, d. h. die Verbindungslinie ihrer Mittelpunkte auf der Längsaxe der Röhre senkrecht steht. Hier werden die Kugeln so eingestellt, dass 4 bis

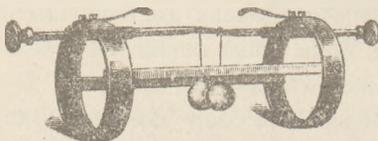


Fig. 2.

5 mm Zwischenraum zwischen ihnen ist. Dann ziehen sie sich an bis zur Berührung, sobald und solange die Luftschwingungen erregt werden (Fig. 2a und 2b).



Fig. 2 a.



Fig. 2 b.

5 mm Zwischenraum zwischen ihnen ist. Dann ziehen sie sich an bis zur Berührung, sobald und solange die Luftschwingungen erregt werden (Fig. 2a und 2b).

Diese Versuche lehren, dass zwischen Körpern in einer schwingenden Luftmasse bewegende Kräfte vorhanden sind, und zwar stossen sich die Körper scheinbar ab, wenn sie hinter einander, sie ziehen sich scheinbar an, wenn sie neben einander im Sinne der Schwingungsrichtung sich befinden. Ich habe an anderer Stelle (*Wied. Ann.* 42, S. 549–563, 1891) nachgewiesen, dass diese Kräfte

aus der ungleichmässigen Verteilung des Druckes folgen, den die bewegte Flüssigkeit auf die Oberflächen der in ihr ruhenden Kugeln ausübt, und dass somit diese Erscheinungen nur eine besondere Form der von Herrn BJERKNES ausführlich untersuchten hydrodynamischen Anziehungs- und Abstossungserscheinungen sind<sup>2)</sup>. Die Theorie gestattet das Gesetz dieser Kräfte zu berechnen und lehrt, dass für Kugeln, deren Radien unendlich klein gegen ihren Abstand sind, die Kräfte von derselben Form, aber entgegengesetztem Vorzeichen sind, wie die Kräfte zwischen zwei unendlich kleinen, parallelen Magneten (vgl. KIRCHHOFF, *Mechanik* S. 251). Die hier beschriebenen Versuche aber zeigen, dass die hauptsächlichste Eigenschaft dieser Kräfte, Abstossung in der Schwingungsrichtung, Anziehung senkrecht dazu, auch für Kugeln bestehen bleibt, deren Radien gross gegen ihren Abstand sind.

Aus der Existenz dieser Kräfte folgt durch einfache Überlegung das Gesetz, das sich in den KUNDTschen Staubfiguren ausspricht. Befinden sich nicht zwei, sondern viele, unregelmässig verteilte Körper in einer schwingenden Luftmasse, so müssen sie das Bestreben haben, sich an einander zu lagern in Ebenen, die auf der Schwingungsrichtung senkrecht stehen, und die sich gegen einander in einem bestimmten, von der Stärke der Schwingung abhängigen Abstände halten. Das ist gerade diejenige Erscheinung, die man in der Rippenbildung der KUNDTschen Staubfiguren vor sich hat. Ihrem Wesen nach entspricht sie dem bekannten Versuche mit den Eisenfeilspähnen in einem Magnetfelde; nur sind wegen des entgegengesetzten Vorzeichens der Kräfte die Anordnungen der Teilchen in den beiden Fällen gewissermaassen complementär zu einander. Die Kraftlinien beim magnetischen Versuche entsprechen der Stromrichtung beim hydrodynamischen Versuche. Die magnetisch bewegten Teilchen gruppieren sich zu Linien in Richtung der Kraftlinien, die hydrodynamisch bewegten zu Flächen, senkrecht zur Stromrichtung.

Die Ausbildung flacher Querwände bei dem KUNDTschen Versuche wird noch dadurch befördert, dass die Korkteilchen nicht rund, sondern unregelmässig, flach oder länglich gestaltet sind. Solche Körper haben in einer schwingenden Luftmasse die Tendenz sich mit ihrer Längserstreckung quer gegen die Richtung der Schwingung einzustellen, eine Thatsache, die ebenfalls in bekannten Sätzen der Hydrodynamik ihre Begründung findet (siehe *Wied. Ann.* 43, S. 43—60, 1891, 50, S. 639—658, 1893). Um auch diese Erscheinung in grossem Maassstabe zeigen zu können, ist dem Apparat ein drittes Gestell beigegeben, das ebenfalls in die Röhre eingeschoben werden kann, und das als Träger eines kleinen Hakens dient. An diesem können kleine, flache oder länglich gestaltete Körper, z. B. Scheiben aus Cartonpapier, an Coconfäden leicht drehbar aufgehängt werden. Sobald die Luftschwingungen erregt werden, stellen sich die aufgehängten Körper mit ihrer flachen Seite oder ihrer Längserstreckung stets senkrecht zur Schwingungsrichtung. (Versuch von RAYLEIGH, vgl. *Proc. Cambr. Phil. Soc.* Nov. 1880; *Proc. Royal Soc.* 5. Mai 1881; *Phil. Mag.* (5) 14, S. 186, 1882).

<sup>2)</sup> Der Referent in dieser Zeitschrift (VII 154) scheint einen Zweifel an dieser Behauptung ausdrücken zu wollen durch die Bemerkung, dass bei den BJERKNESschen Versuchen bei gleicher Phase der Schwingung stets Anziehung, bei entgegengesetzter Phase stets Abstossung eintrete. Die Übereinstimmung ist jedoch sofort ersichtlich, wenn man sich klar macht, dass im Sinne der BJERKNESschen Ausdrucksweise der Fall 1 der obigen Versuche einer Schwingung in entgegengesetzten Phasen, der Fall 2 einer Schwingung in gleichen Phasen entspricht.

Die beschriebenen Erscheinungen, die Anziehungen und Abstossungen der Kugeln, die Einstellungen der Scheibchen würden in gleicher Weise, wie in einer hin- und herschwingenden Luftmasse, auch in einem constanten Luftstrome erfolgen, nur dass eine Störung der rein hydrodynamischen Wirkungen durch die fortführende Wirkung der einseitig strömenden Luftmasse auf die leicht beweglichen Körper eintreten würde. Dass die rein hydrodynamischen Wirkungen in einem Wechselstrom dieselben sind wie in einem constanten Strom, beruht auf dem Umstande, dass sie vom Vorzeichen des Stromes unabhängig sind. Sie sind dem Quadrat der Stromstärke proportional. Ebenso kommt ein Schalenkreuz (Dvorak'sches Schallradiometer), dessen Drehung von der Richtung des Windes ja überhaupt unabhängig ist, in einer hin- und herströmenden Luftmasse so gut wie in einem constanten Luftstrom in Rotation, wie zuerst Herr HAGENBACH bemerkt hat (*Wied. Ann. 30, S. 451, 1887*). In dieser Weise schliesst sich der Versuch mit dem Schallradiometer an den hier vorliegenden Gedankenkreis an und dient wesentlich zu dessen Erläuterung. Es ist daher dem Apparate auch ein aus Aluminium gefertigtes Schallradiometer beigegeben.

Einem grösseren Auditorium empfiehlt es sich, die Vorgänge in der Röhre objektiv durch Abbildung mittels der Projektionslampe zu zeigen. Für die Mehrzahl der beschriebenen Erscheinungen ist es dabei erforderlich, den Vorgang so, wie er von oben gesehen erscheint, auf den Schirm zu werfen. Der Apparat muss daher auf diejenige Vorrichtung aufgesetzt werden, die zur Projektion horizontaler Gegenstände dient, und um dabei dem projizierenden Lichtbündel den Durchgang durch die Röhre in vertikaler Richtung zu gestatten, enthält das den Apparat tragende Brett unterhalb der Röhre einen Schlitz von passender Breite und Länge.

Der Apparat nebst Zubehör wird von Herrn F. ERNECKE in Berlin angefertigt.

## Über einen neuen Trägheitsmomenten-Apparat.

Von

Dr. Friedrich C. G. Müller in Brandenburg a./H.

Die trägen Massen des in Fig. 1 abgebildeten Apparats zur Einführung in die Lehre vom Trägheitsmoment sind Ringe A von mindestens 25 cm Durchmesser aus 0,4 cm starkem Messingdraht, die sich mittels einer Aufhängevorrichtung von verschwindendem Trägheitsmoment so gut wie widerstandslos um ihre geometrische Axe drehen.

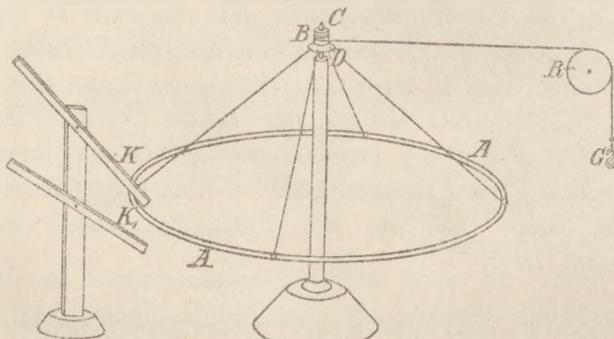


Fig. 1.

Die neue Aufhängevorrichtung besteht aus einem Holzröllchen B, welches mittels des Hüchens C auf der Stahlspitze D drehbar ist. Durch vier rechtwinklig angeordnete feine Bohrungen in dem unteren vorspringenden Rande des Röllchens sind Fäden von 30 cm Länge geknüpft. Diese sind an ihren freien Enden mit kurzen Häkchen aus dünnem Drahte versehen, in welchen der Ring A zu liegen kommt.

Eine solche Vorrichtung kann sich jeder Physiklehrer binnen zwei Stunden, so wie ich es gethan, ohne Kosten selbst herstellen. *B* ist ein mitten durchgesägtes Garnröllchen von etwa 2 cm Durchmesser. Das Hütchen macht man aus einem in die Rollenbohrung passenden Glasrohr. Als Spitze dient eine Stopfnadel, deren hinteres, ausgeglühtes Ende mit der Feile zugeshärft wird. Beim Eintreiben in das Holzstativ fasst man die Nadel mit einer Flachzange und richtet Hammerschläge auf die letztere.

Dies Röllchen mit den Fäden und Haken wiegt nur 6,6 gr und der blosse Augenschein lehrt, dass sein Trägheitsmoment gegen das der Ringe ganz und gar verschwindet.

Man gebraucht für die grundlegenden Versuche einen Ring von 50 cm Durchmesser und zwei von halber Grösse. Die Grössenverhältnisse werden durch Abwägen des Drahts herausgebracht. Wenn die Ringe schön werden sollen, muss man sie vom Mechaniker machen lassen. Ich bemerke aber, dass ich mir auch selber binnen wenigen Minuten aus Sprungfederdraht einen 50 cm Ring zurechtgebogen habe und die Enden mit einem Stück dickwandigen Kautschuckschlauch zusammenschloss. Dieser rohe Ring gab im Apparate völlig zufriedenstellende Zahlen.

Der Antrieb des Systems geschieht in bekannter Weise durch einen über eine feine Rolle *R* geführten, durch Gewichte gespannten Faden. Diese Rolle braucht nicht als eigener Zubehör des Apparates zu gelten, da in jedem Cabinet deren mindestens zwei vorhanden sein sollten. Der Faden kann mittels eines Häkchens, das man in eine Bohrung am Rande von *B* steckt, in jedem Augenblick befestigt oder gelöst werden. Das Aufwickeln des Fadens auf das Röllchen geschieht dadurch, dass man das System durch Anstoss in Umdrehung versetzt.

Das Einlegen eines Ringes lässt sich in wenigen Secunden bewerkstelligen. Man hält ihn in horizontaler Lage etwas höher, als er nachher zu liegen kommt, hängt die Fäden nach aussen darüber, senkt ihn, worauf die Haken von selber fassen. Hinterher schiebt man die Haken in die rechtwinklige Stellung, zu welchem Zweck die Ringe mit entsprechenden Marken versehen sind.

Das Loslassen des Ringes bei einem bestimmten Secundenschlage ist nicht gut mit freier Hand auszuführen. Zu dem Zweck dient die in der Figur links sichtbare einfache Vorrichtung, bestehend aus einem hinreichend schweren Fuss und einem senkrechten Holzstab darauf, an dem in passender Höhe mittels Stiften die Arme *K* und *K*<sub>1</sub> angebracht sind und sich mit gelinder Reibung drehen. Dadurch dass man den Hebel *K*, wie Figur zeigt, leicht gegen den Ring drückt, ist das System festgestellt. Wenn man ihn im bestimmten Momente mit einem Stabe zurückschlägt, ist die Bewegung ohne jeden störenden Stoss ausgelöst.

Die Stellung des Rings und der Betrag seiner Drehung wird durch die vier Fäden angezeigt, von denen man den einen mit schwarzer, den gegenüberstehenden mit roter Tinte fleckig macht. Als feste Visiermarke dient für alle Schüler die Mittelsäule des Stativs.

Zum Apparate gehört eine Anzahl von Grammhaken *G*, die an das Häkchen *H* gehängt werden. Letzteres soll die Reibung gerade überwinden und ist seine richtige Herstellung für die Genauigkeit der Ergebnisse von grosser Bedeutung. Man verfährt am besten so, dass man zugleich mit einem Gramm ein etwas zu schweres Häkchen in die Fadenschlinge hängt und davon solange Stückchen abschneidet, bis die erste Umdrehung des Systems genau in der be-

rechneten Zeit erfolgt. Vor der Klasse zeigt man beim Beginn einer Versuchsreihe, dass der Ring mit dem Haken *H* allein bei leissem Anstoss sich gleichmässig bewegt. Beim Aufbewahren hängt man einen der kleinen Ringe ein, spießt aber auf die Spitze ein dünnes oben zugespitztes Holzstäbchen und setzt auf dieses das Hüthen.

Der ganze Apparat lässt sich in weniger als 10 Minuten fertig zum Gebrauch zusammenstellen. Seine Handhabung verlangt zwar etwas Einübung, aber kein nennenswertes Experimentiergeschick. Wer einen Blick auf die Zeichnung wirft, muss zugeben, dass dieser Apparat an Einfachheit und Übersichtlichkeit wohl seines Gleichen sucht. Seine Kosten sind entweder gleich Null oder sie fallen ganz ausser Betracht. Die Ergebnisse erfolgen ohne Zeitverlust so genau, dass die Dauer des ersten Umlaufs bis auf eine Zehntelsecunde mit der Rechnung stimmt. Deshalb unterlasse ich es auch, noch bestimmte Versuchsergebnisse beizufügen.

Was die Verwendung des beschriebenen Apparates anbetrifft, so beschränkt sie sich selbstverständlich nicht bloß auf die Lehre vom Trägheitsmoment. Schon in der Untersecunda dient er neben der Fallmaschine zur Vorführung der Gesetze der gleichmässig beschleunigten Bewegung, wobei jedoch auf die absoluten Werte keine Rücksicht genommen wird. Auf der Oberstufe wird er zunächst bei dem nämlichen Capitel verwendet, der Hauptnachdruck aber auf das Übereinstimmen der beobachteten absoluten Werte mit der Theorie gelegt. Vor der Klasse wird der grosse Ring gewogen; seine Masse ist 168,0 gr. Dann übergebe ich ihn den Schülern zum Nachmessen; als Mittel ergibt sich der Durchmesser zu 49,6 cm. Auch den Rollendurchmesser lasse ich von den Schülern mit Hilfe eines gewöhnlichen Schraubennikrometers bestimmen; man erhält 2,15 cm. Mit diesen ein für alle Mal zu bemerkenden Constanten ergibt die Rechnung in Übereinstimmung mit der Beobachtung für die Zeit des ersten Umlaufs bei 1 gr Antriebsgewicht 35,1 Secunden. Der Apparat leistet also mehr als die Arwoodsche Fallmaschine, bei der ja das unbekanntes Trägheitsmoment der Rolle nicht vernachlässigt werden kann.

Bei der Lehre vom Trägheitsmoment wiederholen sich die Experimente; aber unter einem anderen Gesichtspunkte. Hier gilt es zu zeigen, dass eine Punktmasse am doppelten Radius die vierfache Trägheit hat, d. h. eine vierfache Kraft erfordert, um in der nämlichen Zeit den ersten Umlauf zu vollenden. Zu dem Zweck werden erst der grosse Ring, hinterher die zwei Ringe von halber Grösse und Masse zugleich, der eine concentrisch auf den anderen liegend, in den Apparat gehängt. Nachdem so der Begriff des Trägheitsmoments eines Massenpunkts gewonnen, schreitet man zu einem System von zwei und mehreren Punkten vor. Ein solches ergibt ohne weiteres, indem man den grösseren Ring in die Haken und einen oder mehrere kleinere lose auf die Fäden legt.

Nunmehr wird das allgemeine Theorem über die parallele Schwerpunktsaxe theoretisch entwickelt und die Berechnung der Trägheitsmomente einfacher Gebilde durchgeführt. Zur Bestätigung hängt man einfache aus 4 mm Draht gebogene Figuren, z. B. ein Quadrat oder gleichseitiges Dreieck von etwa 40 cm Seitenlänge in den Apparat. Diese Figuren kann man auch unter sich oder mit Ringen combinieren. Endlich können mitten ausgeschnittene Blechscheiben, abgestumpfte Hohlkegel u. s. w. verwendet werden. So bietet sich eine grosse Auswahl von Versuchen, deren Vorausberechnung sich für häusliche Arbeiten bestens eignet. —

An die vorstehende Beschreibung schliessen wir einen Rückblick auf die

älteren Apparate zur Demonstration des Trägheitsmoments. Es braucht wohl kaum hervorgehoben zu werden, dass dabei nur solche in Frage kommen, welche direct zeigen, dass die Winkelbeschleunigung einer mit einer Axe starr verbundenen Punktmasse mit dem Quadrat des Radius abnimmt. Nicht als Trägheitsmomenten-Apparate sind solche anzusprechen, die, wie z. B. physische Pendel aller Art, erst nach einer Kette schwieriger Denkopoperationen eine bloss indirecte Bestätigung bieten. Ebenso wenig können an Drähten aufgehängte, Torsionsschwingungen vollführende, Massensysteme dazu dienen, in die Lehre vom Trägheitsmoment „einzuführen“, wie NOACK *d. Zeitschrift V 193* vorschlägt.

Der älteste wirkliche Trägheitsmomenten-Apparat ist eine Art Fallmaschine, bei der an Stelle der einfachen Rolle ein System von zwei oder mehreren auf der nämlichen Welle befestigten Nutenscheiben tritt. Hängt man nun den Faden mit den beiden Laufgewichten über die eine oder andere Scheibe, so ist das gleichbedeutend mit einer Änderung des Abstandes beider Massen von der Drehungsaxe. Es ist aber unmöglich, das Trägheitsmoment der Rolle verschwindend klein zu machen. Ein unbekannter Addend stört also die Proportion. Demnach kann der Apparat erst dann zu absoluten Messungen dienen, wenn der Begriff des Trägheitsmomentes theoretisch hergeleitet und der Wert desselben für die Kreisscheibe berechnet ist. Auf der anderen Seite stimmt der Versuch insofern nicht mit den wirklichen Verhältnissen, als die trägen Massen der Laufgewichte sich als solche nicht an der Drehbewegung beteiligen.

Den letzteren Mangel suchen einige neuere, sich ebenfalls an die ATWOOD'sche Fallmaschine anlehrende Konstruktionen abzuhefen. Sie sind im Prinzip übereinstimmend, weshalb wir nur die in dieser Zeitschrift von HARTL (*V 174*) und von HÖFLER (*VII 234*) beschriebenen Apparate erwähnen. Das Wesentliche besteht darin, dass bestimmte regelmässig geformte träge Massen nach Belieben mit der Rolle zu einem drehbaren System verbunden werden. Beim zuerst genannten Apparat werden an ein Speichenkreuz Ringe, Stäbe, Platten u. s. w. befestigt. Die vorgeschriebenen Grössen und Massenverhältnisse sind indessen ganz verwickelte teilweise irrationale Zahlen und die Art zu experimentieren folgt einem Plane, den nur ein Meister in der Mechanik übersieht und versteht. HÖFLER versieht die Rolle der Fallmaschine mit zwei langen Aluminiumarmen, in deren Schlitz Laufgewichte paarweise in verschiedenen Abständen von der Axe festgeklemmt werden können. Das Trägheitsmoment eines solchen Gestelles setzt sich aus einem halben Dutzend Addenden zusammen. Und nun werden die verschiebbaren cylindrischen Laufgewichte von 110 gr als Punktmassen angesehen und gar an einem Radius von nur 10 cm! Wenn dieser Fehler durch die nach auswärts gestellten Ausschnitte der Laufgewichte verdeckt wird, so wird die Sache dadurch gewiss nicht besser. Überhaupt ist in meinen Augen ein messender Schulversuch, der von einem Dutzend der Controlle des Schülers unzugänglichen Constanten abhängt, nicht mehr wert, als ein gedachter Versuch einer Aufgabensammlung.

Daneben leiden alle Trägheitsmomenten-Apparate mit horizontaler Axenlage des drehbaren Systems unter der technischen Schwierigkeit des genauen Ausbalancierens, wodurch sie sehr kostspielig werden. Und selbst wenn der Apparat tadellos aus den Händen des Mechanikers hervorgegangen, wird er durch das geringste Misgeschick in Unordnung gebracht.

Dies führt uns auf diejenigen Apparate, bei denen sich das System wie eine Magnethadel auf einer Spitze dreht. Ihre Unabhängigkeit von der Schwerkraft

ist ein ganz unschätzbare Vorzug. Hierher gehört der durch meine rotierende Scheibe (d. Ztschr. I 205) angeregte Apparat von KOPPE (d. Ztschr. V 8). Bei demselben werden auf einer mit Antriebsrolle versehenen Holzleiste Gewichte paarweise in verschiedenen Abständen von der Drehungsaxe niedergelegt. Auch dieser Apparat hat mit dem Trägheitsmoment des Gestells zu rechnen; aber dies lässt sich leicht vor den Augen der Schüler, oder durch die Schüler selbst während des Unterrichts ausmitteln. Den Laufgewichten kann man leicht eine solche Form geben, dass sie ohne bemerkbaren Fehler als Punktmassen angesehen werden können. Demnach steht nichts im Wege, dass der gedachte Apparat im Unterricht gute Verwendung findet. Ob man damit, wie KOPPE, induktiv vorgehen will, ist eine rein methodische Frage. Übrigens hat es mit der vorgeführten Induktion eine eigene Bewandnis. Es werden flache Bleiringe als Laufgewichte benutzt, die — man beachte dies wohl — niemals von der Leiste genommen, sondern für gewöhnlich die Holzrolle in der Mitte der Leiste concentrisch umgeben. Jetzt erscheint ihr Trägheitsmoment in 50 cm Abstand von der Drehungsaxe in der That viermal grösser als in 25 cm Abstand. Die Ringe gelten als in ihrem Mittelpunkt vereinte gleich grosse Punktmassen. Nur der Kenner bemerkt, dass dies unstatthaft ist und dass in dieser Weise nicht das Grundgesetz, sondern der Satz von der parallelen Schwerpunktsaxe demonstriert wird. Es ist nun immerhin die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass ein geweckter Schüler einwendet: Wenn wirklich das Trägheitsmoment dem Abstände der Ringmitte quadratisch proportional ist, dann muss doch im Abstände Null, also wenn die Ringe mitten auf der Leiste liegen, ihr Trägheitsmoment ebenfalls Null sein, was doch offenbar falsch ist. Die Freude über einen solchen Einwand wäre doch nicht ungemischt. Meines Erachtens dürfte sich auf der Oberstufe für die ganze Mechanik nur der streng deduktive Lehrgang empfehlen. Ich gedenke auch fernerhin für die Prima daran festzuhalten, trotzdem nunmehr mit der Erfindung des beschriebenen Krinolinensapparates der Weg für die induktive Behandlung der Lehre vom Trägheitsmomente offen gelegt ist. Dagegen kann schon in der Untersecunda gezeigt werden, dass ein Schwungradring bei gleichem Gewichte aber doppeltem Durchmesser eine vierfache Wirksamkeit besitzt.

Nachtrag. Ich habe den obigen Apparat inzwischen noch zu andern Zwecken im Unterricht verwandt. Um das Gesetz von der Äquivalenz von Arbeit und lebendiger Kraft zu demonstrieren, belastet man den Faden mit einem Gewicht, wickelt ihn 1 bis 2 mal um die Rolle und überlässt das System sich selber. Das Gewicht steigt nach dem Abwickeln fast genau wieder auf die nämliche Höhe und der Ring dreht sich über eine Viertelstunde lang vor und zurück. — Bei der Behandlung der Vibrationsbewegung wurden mehrere Versuche der folgenden Art ausgeführt und von den Schülern berechnet. An zwei gegenüberliegenden Punkten des Ringes knüpft man zwei Fäden, welche in der Verlängerung des Durchmessers über etwa 3 m entfernte Rollen gehen und durch gleiche Gewichte gespannt werden. Der um einen kleinen Winkel aus seiner Ruhestellung gedrehte Ring schwingt dann lange Zeit, und die rechnermässigen Schwingungszahlen stimmen gut mit den beobachteten. Ich habe vor Jahren bereits ähnliche Versuche mit der auf einer Spitze rotierenden Blechscheibe ausgeführt (vgl. d. Zeitschr. I 207). Die Scheibe stellt dabei aber ein physisches Pendel dar, während der Ring als mathematisches gelten kann. Übrigens stimmen die Zahlen des älteren, schwereren Apparats lange nicht so gut mit der Theorie, wie die des neuen.

## Ein Universal-Lampenrheostat.

Von

Professor C. Heim in Hannover<sup>1)</sup>.

1. Batterien aus Glühlampen werden, nach dem Vorgange EDISONs, schon seit Jahren als Belastungswiderstände verwendet. Als solche besitzen sie verschiedene schätzbare Eigenschaften, so z. B. die, dass sie aus einer Anzahl ganz gleicher Teile bestehen, sodass man durch successives Ein- oder Ausschalten einzelner Lampen, oder Lampengruppen, die Belastung um ganz bestimmte, im Voraus bekannte Beträge allmählich verändern kann. Ferner ist, eine einigermaassen gleichmässige Spannung vorausgesetzt, ein Überhitzen oder Verbrennen von Teilen des Rheostaten, auch bei unvorsichtigem Manipulieren an demselben, nicht möglich. Man sieht weiter sofort, welche Stücke des Ballastwiderstandes unter Strom sind, welche nicht, und ist im Stande, den Betrag der verbrauchten elektrischen Energie nach der Zahl der brennenden Lampen ungefähr zu schätzen. Bei dem jetzigen geringen Preise der Glühlampen bietet die in einfacher Weise zu montierende Lampenbatterie zugleich ein Mittel, sich für wenig Geld und Mühe einen Ballastrheostaten herzustellen, der auf kleinem Raume eine verhältnismässig grosse Menge elektrischer Arbeit zu verzehren gestattet. Endlich — und dies ist wohl die vornehmste Eigenschaft der Lampenbatterie — ist sie so gut wie induktionsfrei.

In neuerer Zeit hat man in Schulen, welche an eine elektrische Centrale angeschlossen sind, mehrfach Lampenbatterien als Belastungswiderstände verwendet. Ich habe, und zwar zunächst für den Gebrauch in technischen und anderen Laboratorien, einen Lampenrheostaten construiert, welcher auch den Bedürfnissen der Schulen besser angepasst werden kann als die Widerstände der bisher gebräuchlichen Art. Diese Lampenbatterie besitzt folgende Eigenschaften:

a) Ein und derselbe Satz Glühlampen ist im Stande, Ströme der verschiedensten Spannungen aufzunehmen.

b) Der Widerstand der Batterie ist nicht, wie bisher, nur sprungweise um mindestens den Widerstandsbetrag einer Glühlampe zu verändern, sondern er ist in fast beliebig kleinen Abstufungen regulierbar.

Die letztere Eigenschaft ermöglicht, die Lampenbatterie auch in Fällen, in denen ein in möglichst kleinen Intervallen veränderlicher Rheostat verlangt wird, z. B. als Ballast- oder Vorschaltwiderstand bei Messungen an Accumulatoren, verwenden zu können.

Die genannten Vorzüge sind erreicht durch eine besondere Art von Schaltung, die das Charakteristische des Apparates ausmacht und die sich mit verhältnismässig einfachen Mitteln praktisch ausführen lässt.

2. Prinzip der Schaltung. Die Lampen sind in einer Anzahl Reihen angeordnet. Alle Lampen einer Reihe sind ein für allemal hintereinander geschaltet. In Fig. 1, welche drei solche, von oben nach unten laufende Reihen von nur je drei Lampen zeigt, sind die einzelnen Glühlampen  $LL$  durch leere Kreise angedeutet. Die Striche zwischen diesen Kreisen bezeichnen die leitenden Verbindungen, durch welche die Lampen jeder Reihe in Serie geschaltet sind. Zu beiden Seiten jeder Lampenreihe läuft eine Metallschiene  $SS$ , sodass also die Reihen der Lampen mit diesen Schienen abwechseln. In der Mitte zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Lampen ist eine kleine Kurbel  $k$  aus Metall angebracht, die mit dem Leitungsstück, das die beiden Lampen verbindet, in Contact und um ihren Befestigungspunkt drehbar ist. Die Länge dieser

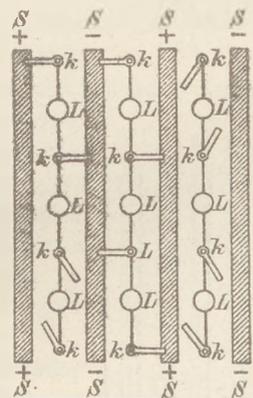


Fig. 1.

<sup>1)</sup> Auszug aus einem Vortrag, der auf der Jahresversammlung des Verbandes der Elektrotechniker Deutschlands zu Köln am 29. September 1893 gehalten und in der *E. T. Z.* XV 50, 1894 veröffentlicht wurde.

Kurbeln ist so gewählt, dass sie sich auf jede der beiden, rechts und links von ihnen befindlichen Schienen *SS* mit ihrem Ende nach Belieben auflegen lassen. Im letztgenannten Falle stehen die Kurbeln senkrecht zur Richtung der Schienen. Dreht man eine solche Kurbel jedoch in eine schiefe Stellung, sodass sie mit der Schienenrichtung einen Winkel von 30 bis 60° bildet, so ist sie ausser Verbindung mit der Schiene. Der Spielraum, den jede Kurbel hat, beträgt etwa 300°, sodass sie sowohl auf die rechts als auf die links von ihr laufende Schiene aufgeschoben werden kann. In Fig. 13 haben die einzelnen Kurbeln *kk* alle möglichen Stellungen, um ihre Beweglichkeit zu veranschaulichen.

Um eine nach dem Schema Fig. 1 eingerichtete Lampenbatterie in der gebräuchlichen Weise, d. h. sämtliche Lampen parallel, in einen Stromkreis einschalten zu können, werden die aufeinanderfolgenden Schienen *SS* abwechselnd mit dem positiven und dem negativen Pole der Stromquelle verbunden, was in Fig. 1 durch die Zeichen + und - angedeutet ist. Wie dies geschieht, ist unten näher erläutert. Nun hat man von den von oben nach unten aufeinanderfolgenden Kurbeln *kk* einer Reihe immer nur die eine auf die rechte Schiene, die nächste auf die linke Schiene, die folgende wieder auf die rechte u. s. f. zu schieben.

Die mittelste Lampenreihe in Fig. 1 ist so geschaltet. Von den nicht am Ende einer Reihe befindlichen Kurbeln führt jede den beiden ihr benachbarten Lampen Strom zu. Eine solche Kurbel wird also von dem Doppelten der Stromstärke, welche eine Lampe erfordert, durchflossen. Dass auf solche Weise alle Lampen sich in Bezug auf den die Batterie durchfliessenden Strom in Parallelschaltung befinden, ist ohne Weiteres verständlich; ebenso, dass man, von einem Ende einer Reihe anfangend, durch successives Wegdrehen der Kurbeln von den Schienen, eine Lampe nach der anderen ausschaltet. Dagegen können die einzelnen Reihen nicht als Ganzes ausgeschaltet werden.

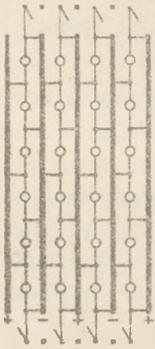


Fig. 3.

Fig. 3 veranschaulicht in einfachster Weise das Schema einer Batterie, deren sämtliche Lampen parallel eingeschaltet sind. Die Schienen sind durch starke schwarze Linien, die Kurbeln durch einfache Striche angedeutet. Von den Teilen, die sich ober- und unterhalb der Schienen noch befinden, wird sogleich die Rede sein.

Ist die zur Verfügung stehende Spannung höher, als der für eine Lampe erforderliche Betrag, so schaltet man die Lampen nicht einzeln parallel, sondern gruppenweise so, dass jede Gruppe soviel Lampen in Serie enthält, als erforderlich sind, damit keine mehr als ihren normalen Strom enthält. Dies wird einfach so erreicht, dass man nur die an den Enden einer solchen Lampengruppe befindlichen beiden Kurbeln auf die betreffenden Schienen aufschiebt, die dazwischen liegenden dagegen so stellt, dass sie mit keiner Schiene in Verbindung sind. Hat die Spannung z. B. einen höheren Betrag, als man der einzelnen Lampe zumuten darf, während sie aber das Doppelte dieses Wertes nicht übersteigt, sondern z. B. zwischen beiden liegt, so sind Gruppen von je zwei hintereinander verbundenen Lampen parallel zu schalten. Wie die Verbindungen für diesen Fall auszuführen sind, zeigt Fig. 4 im Schema. Die Zeichnungsweise ist die nämliche, wie bei Fig. 3.

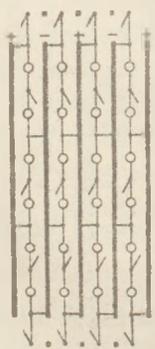


Fig. 4.

In derselben Weise lassen sich Serien von 3, 4 und mehr Lampen parallel schalten, bis die ganzen Lampenreihen als solche Serien verwendet werden. Übersteigt jedoch die Spannung den Betrag, welchen eine Reihe Lampen in Hintereinanderschaltung aufnehmen kann, so besteht die Möglichkeit, sich auf andere Weise zu helfen. Fig. 1 enthielt noch nicht die sämtlichen zu dem Apparate gehörigen Teile. Wie aus Fig. 2 hervorgeht, sind ober- und unterhalb der Lampenreihen und Schienen noch weitere Schaltungsstücke angebracht. Es sitzt zunächst in der Verlängerung jeder Schiene, an beiden

Enden derselben, in einiger Entfernung je ein Metallstück  $T$ , das von der Schiene isoliert ist und auch mit sonst keinem Teile des Apparates leitende Verbindung hat. Ferner setzt sich das Verbindungsstück, das die erste bzw. die letzte Lampe jeder Reihe mit der ersten bzw. letzten Kurbel  $k$  verbindet, noch über diese Kurbel hinaus fort. Es führt zu einer weiteren Kurbel  $k'$  (Fig. 2), die sich ihrerseits zwischen zwei der genannten Metallstücke  $T$  befindet. Die Zeichnung macht besser, als durch Worte möglich, die Einrichtung klar. Auch ergibt sich aus derselben ohne Weiteres die Bestimmung dieser Kurbeln  $k'$ . Sie ermöglichen, zwei benachbarte Lampenreihen, unter Umgehung der dazwischen liegenden Schiene  $S$ , in Verbindung zu bringen, und zwar kann eine solche Verbindung nach Erfordernis am oberen oder unteren Ende der betreffenden Reihe ausgeführt werden. Man hat nur die Endkurbeln  $k'$  der beiden Reihen auf das zwischen ihnen liegende Stück  $T$  aufzuschieben.

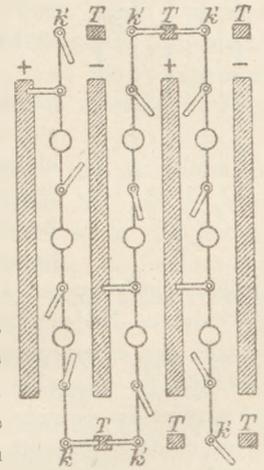


Fig. 2.

Durch diese Einrichtung ist man in den Stand gesetzt, die Lampen in grösseren Serien, als die in einer Reihe befindliche Anzahl beträgt, hinter einander zu schalten und damit Ströme von beliebig hoher Spannung aufzunehmen bis zu dem Betrage, den die sämtlichen Lampen der Batterie, zu einer einzigen Serie verbunden, erfordern. In Fig. 2 enthält jede von oben nach unten laufende Lampenreihe drei Lampen. Wie ersichtlich, sind jedoch jedesmal vier Lampen zu einer Serie verbunden. Es sind zwei solche Serien vorhanden, die sich in Parallelschaltung befinden. Die eine Lampe, welche übrig ist, ist ausgeschaltet.

In derselben Weise, nur in noch einfacherer Zeichnungsweise, veranschaulicht Fig. 5 wie die Lampen einer Batterie, die aus vier Reihen von je sechs Lampen besteht, in vier parallele Serien von je fünf Lampen geschaltet werden können, wobei vier Lampen unbenutzt übrig bleiben. Die Schienen  $SS$  sind in allen bisher betrachteten Fällen abwechselnd mit dem positiven und dem negativen Pole der Stromquelle in Verbindung zu denken, wie durch die Zeichen  $+$  und  $-$  angedeutet.

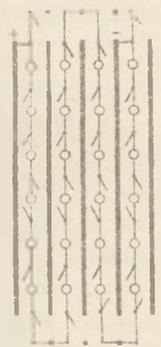


Fig. 5.

Hat man es mit einer so hohen Spannung zu thun, dass die Anzahl der in Serie zu verwendenden Lampen die Gesamtzahl der vorhandenen gerade, oder nahezu, erreicht, so ist es, wenn der Spannungsbetrag über 1000 V liegt, zweckmässig, nur die beiden Schienen, deren man in diesem Falle bedarf, mit der Stromquelle zu verbinden, die übrigen dagegen isoliert zu lassen. Es wird dadurch der Stromübergang durch die isolierende Unterlage vermindert. Fig. 6 giebt das Schema einer Batterie von vier Reihen à sechs Lampen, bei der sämtliche Lampen in eine einzige Serie geschaltet sind. Enthält der Rheostat Glühlampen von 100 V, so ist er in diesem Falle im Stande, eine Spannung von 2400 V aufzunehmen. Wie durch die Zeichen  $+$  und  $-$  angedeutet, ist nur die erste und vierte Schiene in den Stromkreis eingeschaltet.

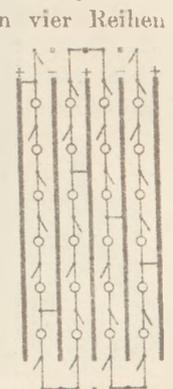


Fig. 6.

Wenn in dem unter b) erwähnten Falle verlangt wird, dass der Widerstand der Batterie in ganz kleinen Abstufungen verändert werde, so erreicht man dies in folgender Weise: Man bildet den Gesamtwiderstand nicht durch Parallelschalten von lauter gleichen Einzelwiderständen, sondern schaltet neben eine Anzahl parallel verbundener kleiner, gleicher Widerstände einen grösseren, dessen Betrag sich nach Belieben verändern lässt. Dies geschieht so, dass man neben eine Anzahl einzelner Lampen eine Serie von mehreren schaltet, deren Anzahl man nach Erfordernis vergrössert oder vermindert. Dadurch wird der Gesamtwiderstand, wie leicht einzusehen,

nur um geringe Beträge verändert, um so weniger, je mehr Lampen die genannte Serie enthält. Bei dem Schema Fig. 7 sind 13 Lampen einzeln parallel und daneben dann noch eine Serie von fünf Lampen geschaltet.



Fig. 7.

Es lassen sich statt einer solchen Serie nach Belieben auch mehrere anwenden, wie denn überhaupt mit der im Vorstehenden beschriebenen Anordnung der Lampenbatterie die mannigfachsten Schaltungscombinationen ausgeführt werden können.

3. Die constructive Ausführung eines nach der beschriebenen Anordnung eingerichteten Lampenrheostaten lässt sich natürlich auf verschiedene Art gestalten. Eine davon sei hier vorgeführt an einer kleinen Batterie von 56 Lampen. Diese sind an einer auf geeigneten Füßen aufrecht stehenden Wand aus Eichenholz, das mit heissem Leinölfirnis mehrmals getränkt ist, in acht Reihen zu je sieben Lampen angeordnet (vgl. Fig. 10). Statt die Lampen in complete Glühlampenfassungen einzusetzen, sind der Wohlfeilheit halber nur die blechernen Muttergewinde von Edison-Fassungen benutzt. Die Verbindung von einer Lampe zur nächsten besteht aus einem Streifen von 1 mm starkem Messingblech, auf dessen einem Ende das Gewinde für die eine Lampe gelötet ist, während das schmal zulaufende andere Ende etwas von der Grundplatte abgebogen ist und in das Blechgewinde für die nächste Lampe, durch einen Ausschnitt im letzteren, hineinragt. Wird eine Glühlampe eingeschraubt, so berührt deren unteres Contactstück das eben genannte federnde Ende des Messingstreifens, der die Verbindung mit der nächsten Lampe, bzw. mit der dazwischenliegenden Kurbel, herstellt. Die Messingstreifen sind mittels je zweier versenkter Schrauben auf die Holzwand aufgeschraubt.

Die zu beiden Seiten der Lampenreihen sitzenden Metallschienen sind aus Messing von 30 mm Breite und 3 mm Dicke hergestellt. An beiden Seiten sind sie auf einer Breite von 10 mm abgeschrägt, sodass an den Kanten das Metall nur noch 1,5 mm stark ist. Fig. 8 zeigt das Profil einer Schiene in  $\frac{1}{6}$  natürlicher Grösse.

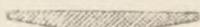


Fig. 8.

Die in der Verlängerung der Schienen, nahe den Enden derselben sitzenden Verbindungsstücke, die in Fig. 2 mit *T* bezeichnet wurden, besitzen das nämliche Profil. Ihre Länge beträgt jedoch nur 20 mm. Diese Stücke sowohl wie die Schienen selbst sind mittels versenkter Schrauben auf der Holzunterlage befestigt. Die Schaltkurbeln (*k* und *k'* in Fig. 1 und 2), die sich ober- und unterhalb der Lampen befinden, sind in ganz einfacher Weise hergestellt. Der drehbare Teil besteht aus 12 mm breitem und 1 mm starkem Messingblech, das an einem Ende (Drehpunkt) durchlocht, am anderen Ende mit einem aufgenieteten Stifte versehen ist, der senkrecht zu dem Blechstück 20 mm weit heraussteht. Ein Teil der Kurbeln der hier vorgeführten Batterie ist noch einfacher ausgeführt. Bei diesen ist, statt des aufgenieteten Stiftes, das Blech selbst, das entsprechend länger geschnitten ist, 20 mm in die Höhe gebogen und an dem den Griff darstellenden Ende etwas abgerundet. Durch das Loch am einen Ende wird eine Holzschraube aus Messing gesteckt, auf welche vorher, oberhalb der Kurbel, zwischen

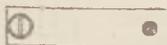
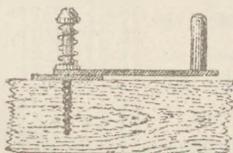


Fig. 9.

diese und den Schraubenkopf, eine stählerne Spiralfeder, nebst Unterlagscheibchen an beiden Enden, aufgeschoben worden ist. Durch ein Loch in der Mitte des Messingstreifens, der zu den nächststehenden Glühlampen führt, wird die Schraube in die Holzwand so weit eingedreht, als ihr Gewindeteil reicht. Das glatte Ende der Schraube bildet dann die Axe für die Kurbel, die durch den Druck der über ihr sitzenden zusammengepressten Spiralfeder gezwungen wird, in jeder Stellung, die man ihr mit der Hand giebt, stehen zu bleiben. Fig. 9 giebt die Ansicht einer solchen Kurbel von der Seite und von oben, in  $\frac{1}{2}$  natürlicher Grösse. Das äussere Ende der Kurbel, durch welches der Contact mit den Schienen etc. hergestellt wird, ist an beiden

Seiten etwas abgerundet, um die Kurbel ohne Hindernis auf die abgeschrägte Kante einer Schiene aufzuschieben zu können. Die Kurbel wird hierbei etwas gehoben und übt in Folge dessen, durch Wirkung der Feder, einen gewissen Druck auf die Unterlage aus. Dieser Druck und die Grösse der Berührungsflächen reichen völlig aus, um einen genügenden Kontakt herzustellen. Ist die Batterie mit 16-kerzigen Glühlampen für 65 V besetzt, so ist die Stromstärke, die durch einen Kurbelkontakt geht, nicht über etwa  $2 \times 0,8 = 1,6$  A. Eine Erwärmung wurde in diesem Falle, bei andauerndem Stromdurchgang, nicht beobachtet. Aber selbst wenn Lampen von 32 NK und 65 V angewandt wurden, sodass der Strom also etwa das Doppelte des obigen Betrages erreichte, wurden die Kontaktstellen kaum merklich erwärmt.

Die Lampen stehen so weit auseinander, dass man bequem mit der Hand dazwischen an die Kurbeln fassen kann. Bei mässigen Spannungen, bis 200 V etwa, können diese mit ungeschützten Fingern auch dann verstellt werden, wenn die Batterie unter Strom ist. Werden Ströme von höheren Spannungen angewendet, so bedient man sich dazu eines genügend langen Stäbchens aus Hartgummi, wenn man nicht vorzieht, vor jeder Veränderung der Schaltung den Strom zu unterbrechen.

Für höhere Spannungen als etwa 2000 V sind die Metallteile einer in der beschriebenen Weise auf Holz montierten Lampenbatterie nicht genügend isoliert. Im Falle man genötigt ist, höhere Spannungen in Lampen zu verzehren, was wohl nur selten vorkommen dürfte, empfiehlt es sich, als Unterlage Hartgummi zu verwenden, oder aber die Holzwand in mehreren, durch Luftschichten getrennten Brettern auszuführen, die von einem Rahmen aus Hartgummi oder einer ähnlichen Isoliersubstanz zusammengehalten werden. Für die weitaus meisten Fälle wird indessen eine Batterie mit Holzunterlage ausreichen.

Fig. 10 giebt eine photographische Ansicht des oben genannten Rheostaten für 56 Lampen wieder. Einige Glühlampen sind weggenommen, damit die Schaltungsteile deutlich erkennbar werden. Die Klemmschrauben am oberen und unteren Rande stehen mit den Messingschienen durch starke, auf der Rückseite laufende Kupferdrähte in Verbindung, und zwar so, dass die erste obere Klemme mit der ersten, die erste untere Klemme mit der zweiten Schiene, die zweite obere Klemme mit der dritten, die zweite untere Klemme mit der vierten Schiene verbunden ist, u. s. f. Bei Strömen, deren Spannung 500 bis 600 V nicht übersteigt, werden durch geeignete Verbindungsstücke alle oberen Klemmen unter sich und ebenso alle unteren Klemmen unter sich verbunden. Der eine Pol der Stromquelle kommt dann an die obere, der andere Pol an die untere Klemmenreihe. Dadurch stehen die auf einander folgenden Messingschienen abwechselnd mit den entgegengesetzten Polen in Verbindung.

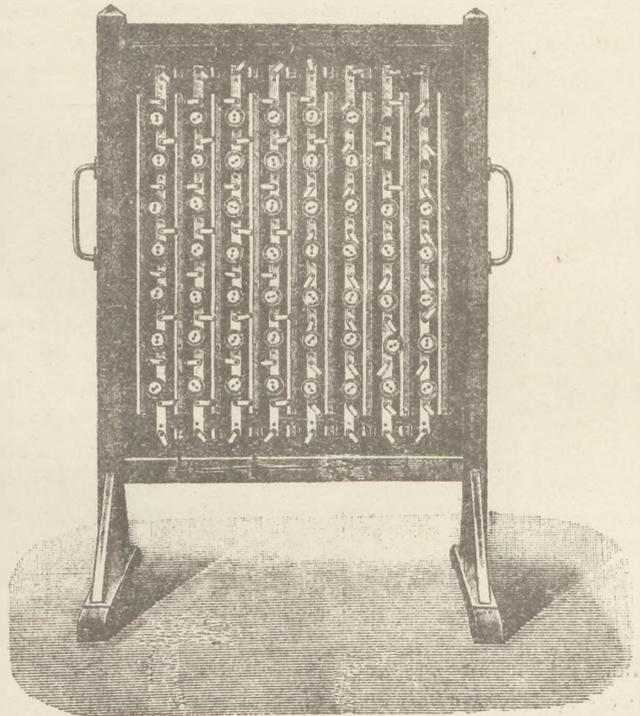


Fig. 10.

Es braucht kaum erwähnt zu werden, dass sich nach dem hier beschriebenen Schaltungsprincip Batterien mit jeder beliebigen Anzahl von Glühlampen ausführen lassen.

Im Falle die Spannung des von einem bestimmten Lampenrheostaten aufzunehmenden Stromes einen solchen Betrag hat, dass die Glühlampen nicht mit ihrer normalen, sondern mit einer geringeren Lichtstärke brennen (wenn z. B. bei 100-voltigen Lampen die Spannung nur 60, oder aber 140 oder 260 V etc. beträgt), so verzehrt der Rheostat einen entsprechend geringeren Betrag an elektrischer Energie. Reicht dieser jedoch nicht aus, um z. B. eine zu untersuchende Dynamomaschine oder dergl. genügend zu belasten, und steht eine zweite Batterie nicht zur Verfügung, so ist ohne Weiteres klar, dass durch Einsetzen anderer Lampen, und zwar entweder solcher für andere Spannung, oder solcher von anderer Lichtstärke (z. B. 32 statt 16 NK), es sich erreichen lässt, dass die Batterie eine grössere Anzahl Watt als zuvor aufzunehmen im Stande ist.

## Weitere Beiträge zur Hydromechanik.

Von

Hans Hartl in Reichenberg (Deutschböhmen).

### 1. Apparat zum Nachweise, dass der hydrostatische Druck von der Neigung der gedrückten Fläche gegen das Niveau unabhängig ist.

Die gedrückte Fläche besteht aus einer elastischen Membrane *m* (Fig. 1), welche über den kreisrunden Rand des glockenförmigen Glasgefässes *a* gespannt ist und durch

den Messingring *r* festgehalten wird. Der Messingring hat zwei diametral gestellte Fortsätze *p* und ausserdem die angegossene Platte *t*. Die in den Fortsätzen *p* angebrachten Löcher dienen zur Aufnahme der wagerechten Stifte, in welche die Messingstreifen *gg* auslaufen. Diese sind oben verstärkt, zweimal rechtwinklig gebogen und im oberen Teile *A* zusammengelötet. Die erwähnten Stifte bilden eine Axe, um welche sich der Messingring *r* leichtdreht. Von dieser Axe nach aufwärts zählt die an *A* angebrachte Centimeterteilung. An der Platte *t* ist das Gussstück *n* mit dem Arme *u* angeschraubt. *n* trägt eine Skala *S*, während *u* den Drehpunkt *O* für den Zeiger *Z* trägt. Dieser Zeiger ist durch ein kleines Gelenksstück mit einem Scheibchen verbunden, das an der Mitte der Membrane angekittet ist. Der Zeiger samt Gelenksstück und Scheibchen ist bezüglich des Drehpunktes *O* äquilibrirt. Der enge Teil des Glasgefässes *a* ist durch einen Gummischlauch *s* mit einer entsprechend

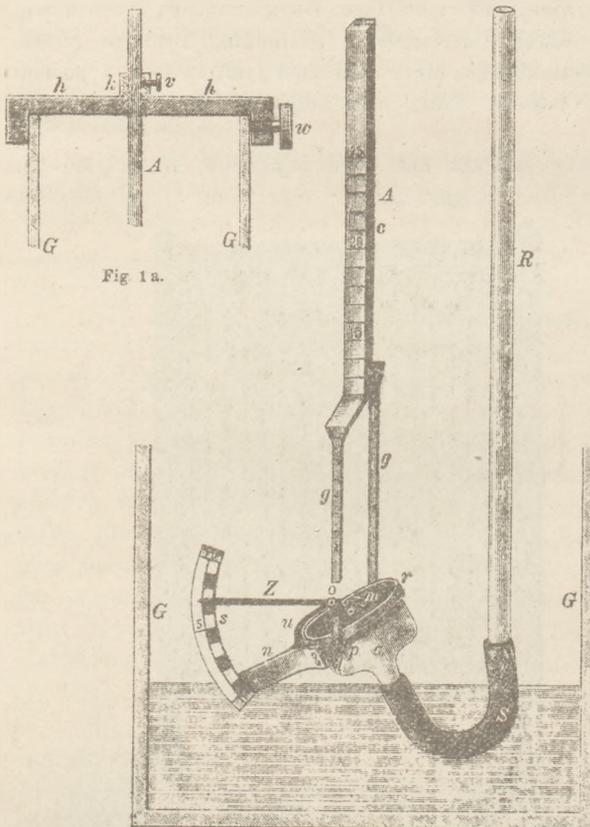


Fig. 1.

langen Glasröhre in Verbindung. Der Messingstab *A* bewegt sich lose gleitend in einer Führung *k*, welche auf einem Metallstege *h* angebracht ist und in welcher *A* mittels einer Klemmschraube *v* in jeder beliebigen Höhe festgehalten werden kann. Der Steg *h* wird auf den Rand eines prismatischen Glasgefässes *G* von 25 cm Länge, 15 cm Breite und 40 cm Höhe aufgesetzt und mittels der Schraube *W* festgeklemmt (Fig. 1a). Das Gefäss *G* ist in der Figur

nur angedeutet, ebenso das Wasser, welches etwa bis  $c$  reichen sollte. Füllt man nun das Gefäß  $G$  mit Wasser, während man die Röhre  $R$  durch eine am Stege  $h$  angebrachte (in der Figur nicht gezeichnete) Klemme festhält, so wird, sobald das Wasserniveau die Membrane erreicht, dieselbe durch den hydrostatischen Druck eingebogen und diese Einbiegung durch den Zeiger deutlich sichtbar gemacht werden. Je höher das Wasser im Gefässe steigt, desto weiter schreitet der Zeiger an der Skala vor und zeigt in solcher Weise die Abhängigkeit des Druckes von der Tiefe der gedrückten Fläche unter dem Niveau an. Bisher ist durch das Festklemmen von  $A$  und  $R$  die Membrane in derselben Lage (am besten horizontal) erhalten worden. Nun stellt man  $A$  so ein, dass das Niveau bei einem bestimmten Teilpunkte, z. B. 25, steht und liest die Angabe des Zeigers, z. B. 7,5 ab. Hierauf nimmt man die Glasröhre  $R$  aus der Klemme und dreht durch geeignete Bewegungen derselben das Gefäß  $a$  in alle möglichen Lagen, von Zeit zu Zeit anhaltend und die Zeigerstellung ablesend. Die constante Stellung des Zeigers beweist, dass auch der Druck unverändert geblieben ist, dass er also von der Neigung der Fläche gegen das Niveau unabhängig ist. — Zur Vervollständigung des Versuches empfiehlt es sich, auch noch die Abhängigkeit des Druckes von der Dichte der Flüssigkeit zu zeigen. Dies geschieht einfach in folgender Weise: Nachdem man etwas Wasser durch einen Saugheber abfliessen liess (wobei man das Zurückgehen des Zeigers an der Skala von den Schülern beobachten und ausdeuten lässt), wird  $A$  so eingestellt, dass das Niveau z. B. bei 10 (also 10 cm über der Axe des Ringes  $r$ ) steht und die Zeigerstellung (z. B. 3,5) abgelesen. Nun schüttet man irgend ein leicht lösliches Salz zu und stellt nach vollzogener Auflösung den Teilstrich 10 wieder genau in das Niveau ein. Der Zeiger wird nun, entsprechend der Zunahme der Flüssigkeitsdichte, auch einen grösseren Druck anzeigen.

Es braucht wohl kaum hervorgehoben zu werden, dass die Mündung der Röhre  $R$  stets über das Niveau ragen muss, da ja  $R$  den Zweck hat, den Raum hinter der Membrane mit der atmosphärischen Luft in Verbindung zu erhalten.

Die Axe  $p$  befindet sich, wie Fig. 1 zeigt, nicht mit dem Rande der Membrane in einer Ebene, sondern etwas tiefer, so zwar, dass bei einer bestimmten Niveauhöhe (25 cm) die Axe durch den Mittelpunkt der Pfeilhöhe der eingebogenen Membrane geht. Denn nur dann kann man sagen, dass sich bei der Drehung der eingebogenen Membrane ihre Tiefe unter dem Niveau nicht verändert. Bei einer anderen, als der angegebenen, an dem Apparate besonders markierten Niveauhöhe wird beim Drehen der Membrane eine kleine Hebung bezw. Senkung derselben gegen das Niveau eintreten; doch ist dieselbe so unbedeutend, dass sie unberücksichtigt bleiben kann.

Ebenso ist die Excentricität des Druckmittelpunktes bei vertical oder schräg stehender Membrane so gering, dass sie nicht zum Ausdrucke gelangt. Sie beträgt bei 25 cm Niveauhöhe und 60 mm Membranendurchmesser weniger als 2 mm. Soll die Membrane ausgewechselt werden, so wird zuerst das Scheibchen von der Membrane losgelöst, dann das Messingstück  $n$  und endlich der Ring  $r$  abgenommen, worauf nach Erneuerung der Membrane in verkehrter Ordnung vorgegangen wird.<sup>1)</sup>

Dem Wunsche, die Anzeigevorrichtung aus dem Wasser in die Luft zu verlegen, entsprang eine zweite, in Fig. 2 dargestellte Form des Apparates.  $A$  und  $B$  stellen zwei gusseiserne Cylinder vor, welche in Verbindung mit zwei zwischen ihnen eingekitteten kreisringförmigen Platten aus starkem Glase ein Gefäß von hohlcylindrischer Form bilden, das durch die Öffnung  $o$  mit Flüssigkeit gefüllt werden kann. Diese Öffnung ist durch einen versenkten Pfropfen zu verschliessen. In dem Mantel des Cylinders  $B$  ist ein kreisrundes Loch, durch welches der Glaseylinder  $C$  gesteckt ist (Fig. 3). Ein Ring aus Filz besorgt die Dichtung und entsprechende Reibung. Der Cylinder  $C$  ist durch eine Membrane  $M$  geschlossen und trägt über dieser den Messingring  $m$ . An den Ring  $m$  ist ein

<sup>1)</sup> Der elegant ausgestattete, tadelloso funktionierende Apparat wird vom Präzisionsmechaniker Ferd. Ernecke, Berlin SW 46, für M. 90,— geliefert.

Arm angeschraubt, der die Axe für den Zeiger  $Z$  trägt. Dieser sowie seine Verbindung mit der Membrane können so wie in Fig. 1 gestaltet sein, nur muss der Zeiger eine doppelte

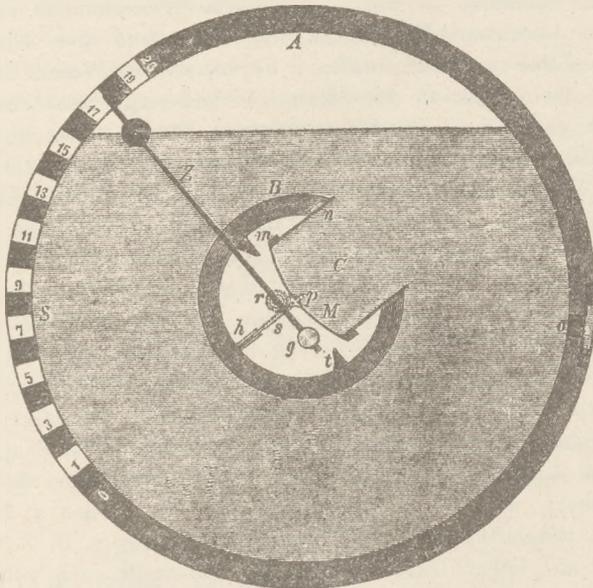


Fig. 2.

Biegung besitzen, da er über der vorderen Glasplatte auf der am Rande von  $A$  angebrachten Skala  $S$  zeigen soll. In Fig. 2 ist die Einrichtung des Zeigerwerkes etwas anders durchgeführt. Eine kleine Zahnstange  $s$  ist bei  $p$  an der Membrane befestigt und gleitet mit dem anderen Ende in der Führung  $h$ . Die Zahnstange greift in das Zahnrad  $r$ , das in einen vom Messingringe  $m$  ausgehenden (in Fig. 2 nicht verzeichneten) Arm gelagert ist. Der Zeiger  $Z$  ist mit dem Zahnrad fest verbunden. Die ganze Zeigervorrichtung ist in Bezug auf die Axe des Zahnradchens äquilibrirt. An der rückwärtigen Wand ist in der durch Fig. 4 dargestellten Weise pendelnd eine Centimeter-Skala angebracht, deren Dreh-

punkt mit dem Mittelpunkte des Kreises  $B$  zusammenfällt und zugleich den Nullpunkt der Skala bildet.

Um mit Hilfe dieses Apparates die Unabhängigkeit des hydrostatischen Druckes von der Neigung der gedrückten Fläche nachzuweisen, füllt man denselben bis zu einer

entsprechenden Höhe mit Wasser, wobei der Zeiger  $Z$  durch den gegen die Membrane  $M$  gerichteten hydrostatischen Druck auf einen bestimmten Strich der Skala  $S$  (z. B. 15) getrieben wird. Wenn nun der Apparat über den Experimentiertisch gerollt wird, so bleibt das Niveau vor den Augen der Schüler in constanter

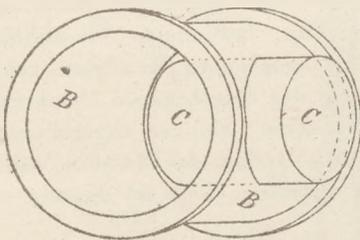


Fig. 3.

Lage; die ausgebogene Membrane verbleibt mit dem Mittelpunkte ihrer Pfeilhöhe stets im Centrum, also in gleicher Tiefe<sup>2)</sup> unter dem Niveau, verwendet aber ihre Lage gegen das Niveau bei einer vollen Umdrehung um  $360^\circ$ . Der Zeiger zeigt hierbei stets den gleichen Druck an, wodurch das angeführte Gesetz erwiesen erscheint. Da der Cylinder  $C$  mit entsprechender Reibung an dem Filzringe  $n$  verschoben werden kann, so lässt sich für jede Niveauhöhe der Mittelpunkt der Membranen-Pfeilhöhe genau centrieren.

Selbstverständlich kann der Apparat beim Versuche auch auf der Stelle gedreht werden. — Soll die Membrane ausgewechselt werden, so schraubt man zuerst die Führung  $h$  und die Stifte  $t$  (welche für gewöhnlich das Herausziehen von  $C$  verhindern) ab und zieht dann den Cylinder  $C$  vollständig heraus. Erst dann wird die Zeigervorrichtung abgeschraubt, der Ring  $m$  abgenommen und die Membrane ausgewechselt. Beim Wiedereinsetzen des Cylinders  $C$  beachtet man die entgegengesetzte Ordnung.

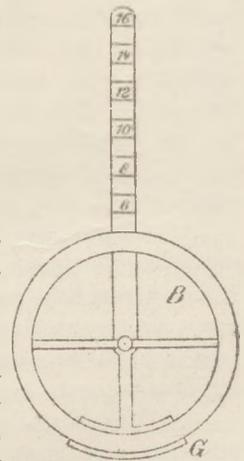


Fig. 4.

<sup>2)</sup> Diese gleichbleibende Tiefe wird an der durch Glas und Wasser deutlich sichtbaren Centimeterskala (Fig. 4) in jeder Lage angegeben, da diese Skala durch das Gewicht  $G$  stets vertikal gestellt wird.

## 2. Zum Nachweise des Archimedischen Prinzips.

Der Satz, dass ein schwimmender Körper so viel Flüssigkeit verdrängt als er selbst wiegt, wird nach Frick mittelst eines cylindrischen Gefäßes mit seitlicher Ausflussröhre nachgewiesen. (Frick, *Physikal. Technik*, Fig. 170). Obwohl mir ein solcher Apparat nicht zur Verfügung steht und ich auch keine Versuchsdaten besitze, glaubte ich annehmen zu dürfen, dass der seitliche Ausfluss die Genauigkeit der Resultate beeinträchtigen muss, da neben anderem auch die in der Ausflussröhre haften bleibenden Tropfen die Menge des austretenden Wassers bei jedem Versuche zufallsweise verändern dürften. In dieser Annahme wurde ich durch die Bemerkungen Weinholds (*Physik. Demonstrationen* S. 118) bestärkt, welcher den Gebrauch einer nicht zu empfindlichen Wage oder eines graduierten Cylinders empfiehlt, durch welchen die Abweichung, d. h. die Ungenauigkeit leichter verdeckt werden kann.

Im Nachstehenden erlaube ich mir nun, eine etwas abweichende Anordnung des Versuches darzustellen, welche, wie die nachfolgenden Versuchstabellen zeigen, sehr genaue Resultate liefert und den Vorteil besitzt, dass kein besonders construiertes Gefäß benötigt wird, sondern ein beliebiges prismatisches oder cylindrisches Gefäß (Elementen-Glas) benutzt werden kann. Neben diesem Gefässe braucht man noch einen Saugheber ( $H$ , in Fig. 1) und eine Vorrichtung  $K$ , durch welche dieser an dem Rande des Gefäßes festgehalten wird. Am besten empfiehlt sich hierzu eine nach Fig. 2 hergestellte Klemme aus Messingblech, doch kann auch ein entsprechend eingefleierter und durchbohrter Kork hierfür verwendet werden. Jedenfalls aber muss darauf gesehen werden, dass der Heber  $H$  fest sitzt. Das Gefäß  $G$  wird mit Wasser gefüllt. Nebenan steht eine Wage, auf welcher ein Becherglas  $B$  austariert wird. Ausserdem hat man den gut abgetrockneten Schwimmer  $S$  zur Hand. Nachdem das Gefäß  $G$  mit Wasser gefüllt worden, saugt man den Heber  $H$  an und fängt das ausfliessende Wasser in irgend einer Schale auf. Sobald der Wasserspiegel in  $G$  das Niveau  $ab$  der Hebermündung erreicht hat, hört der Heber zu fließen auf. (Es fallen noch einzelne Tropfen, bis sich endlich ein Tropfen gewissermassen in sich zurückzieht, womit das Fliessen beendet ist.) Nun nimmt man von der nebenstehenden Wage das Becherglas  $B$  und stellt es unter die Hebermündung. Sodann wird der Schwimmer  $S$  in das Gefäß  $G$  gebracht.

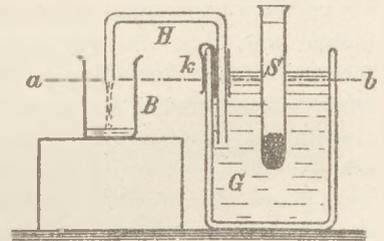


Fig. 1.

Durch den eintauchenden Schwimmer wird der Wasserspiegel in  $G$  gehoben; der Heber beginnt wieder zu fließen und fliesst so lange, bis der Wasserspiegel in  $G$  wieder das Niveau  $ab$  erreicht; es fliesst also so viel Wasser in das Becherglas, als durch den Schwimmer  $S$  gehoben oder verdrängt wurde. Nachdem wie oben das Fliessen des Hebers beendet ist, bringt man das Becherglas wieder auf die eine Schale der Wage, während man auf die andere den zuvor sorgfältig abgetrockneten Schwimmer legt. Das an der Wage eintretende Gleichgewicht zeigt, dass der Schwimmer eben so viel wiegt, wie das bei seinem Schwimmen von ihm verdrängte Wasser.

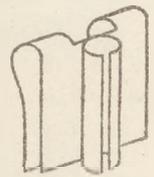


Fig. 2.

In den folgenden Tabellen, welche einen Maassstab für die Genauigkeit der Versuche bieten, bedeutet  $F$  die Wasseroberfläche in  $G$ ,  $\delta$  die lichte Weite der Hebermündung und  $P$  das Gewicht des Schwimmers<sup>3)</sup>. Die mit + und - bezeichneten Zahlen geben an, um wieviel Gramm das im Becherglase aufgefangene Wasser schwerer oder leichter war als der Schwimmer.

<sup>3)</sup> Als Schwimmer wurden ein Probiergläschen und ein Glaskolben, beide mit Schrot beschwert und oben geschlossen, von 60 g und 350 g Gewicht, benutzt.

I. $F=70 \text{ cm}^2, P=60 \text{ g}$		II. $F=143 \text{ cm}^2, P=60 \text{ g}$		III. $F=143 \text{ cm}^2, P=350 \text{ g}$	
a) $\delta=7 \text{ mm}$	b) $\delta=5.5 \text{ mm}$	a) $\delta=7 \text{ mm}$	b) $\delta=5.5 \text{ mm}$	a) $\delta=7 \text{ mm}$	b) $\delta=5.5 \text{ mm}$
- 0.05 g	+ 0,05	- 1,53	0,00	- 1,40	+ 0,02
- 0.22	+ 0,25	+ 0,40	+ 0,25	- 1,10	+ 0,65
- 0.29	0,00	- 0,07	+ 0,07	+ 0,70	+ 0,11
- 0.10	+ 0,30	- 0,20	- 0,11	- 0,85	+ 0,20
+ 0.10	+ 0,01	+ 0,18	+ 0,02	- 1,00	+ 0,28
- 0.19	+ 0,16	+ 0,24	+ 0,07	- 0,17	+ 0,18
+ 0.25	- 0,08	- 0,64	- 0,20	- 1,00	+ 0,16
- 0.10	+ 0,29	+ 0,31	+ 0,03	- 0,21	+ 0,05
- 0.16	+ 0,17	+ 0,47	- 0,06	+ 0,45	- 0,10
- 0.12	+ 0,08	+ 0,41	+ 0,04	- 1,25	- 0,12
0,158	0,139	0,445	0,085	0,813	0,187
0,263 %	0,232 %	0,742 %	0,142 %	0,232 %	0,053 %

Die beiden letzten Horizontalreihen enthalten die Mittelwerte aus den absoluten Grössen der Fehler und den Prozentwert derselben in Bezug auf das Gewicht des Schwimmers. Würde man statt der absoluten Werte der Fehler deren algebraische Werte in Rechnung bringen, so würden die mittleren Fehler und deren Prozentwerte natürlich viel kleiner ausfallen.

Da die engere Röhre stets genauere Resultate lieferte als die weitere, so vermutete ich, dass die Fehlerquelle in der jeweilig verschiedenen Krümmung des an der Hebermündung verbleibenden Abschlusstropfens und der dadurch bedingten verschiedenen Oberflächenspannung zu suchen sei. Falls eine solche Differenz der Oberflächenspannung eintritt, so lässt sich als Maass derselben eine gewisse Druckhöhe  $\Delta$  annehmen, und es müsste dann der resultierende Fehler  $F \cdot \Delta$  Gramm betragen<sup>4)</sup>, wenn  $\Delta$  in cm angegeben ist. Wenn also wirklich in der wechselnden Krümmung des Abschlusstropfens die Ursache der Fehler zu suchen wäre, so müssten diese Fehler unter sonst gleichen Verhältnissen mit der Fläche  $F$  des grossen Gefässes  $G$  wachsen, was durch einen Vergleich der bezüglichen Versuchsreihen nicht bestätigt wird. Der Vergleich zwischen  $II_b$  und  $I_b$  ergibt sogar bei doppelt so grosser Fläche geringere Fehler.

Ich habe noch weitere Versuche angestellt und durch Stecknadelspitzen, welche ich in der durch Fig. 3 angegebenen Form in die Hebermündung einkittete, die Gestaltung des Abflusstropfens zu beeinflussen gesucht. Ich erhielt dabei unter Anwendung des Heberrohres von 5.5 mm lichter Weite und des Schwimmers von 60 g Gewicht im weiteren Gefässe ( $F=143 \text{ cm}^2$ ) in je 5 Versuchen folgende Fehler:

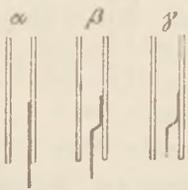


Fig. 3.

- |            |         |         |         |         |           |
|------------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| $\alpha$ ) | + 0,13, | - 0,04, | + 0,51, | + 0,02, | + 0,15 g  |
| $\beta$ )  | + 0,05, | - 0,25, | - 0,10, | - 0,10, | - 0,08 g  |
| $\gamma$ ) | + 0,35, | - 0,16, | - 0,02, | - 0,06, | + 0,05 g. |

Auch aus diesen Resultaten scheint mir hervorzugehen, dass nicht in dem Abschlusstropfen, sondern in anderen Zufälligkeiten: Erschütterungen, Schwankungen des Schwimmers, Benetzung der Gefässwand u. dgl. die Ursachen der Fehler gelegen sind, und dass sich dieselben daher nie ganz ausscheiden lassen werden.

Dass die angegebene Versuchsanordnung auch für kleinere Abflussmengen genügend

<sup>4)</sup> Genauer wäre für  $F.. F-f$  zu setzen, worin  $f$  die Querschnittsfläche des Schwimmers bedeutet.

genaue Resultate liefert, ergibt sich aus folgenden Versuchen: Beim Eintauchen eines Aräometers von 17.55 g Gewicht ergaben sich in zehn Versuchen folgende Fehler: + 0,30, - 0,18, + 0,18, + 0,28, + 0,18, + 0,04, + 0,19, - 0,20, + 0,50, + 0,28 g. Beim vollständigen Eintauchen eines Körpers von 29,05 cm<sup>3</sup> Volumen zeigten sich in fünf Versuchen die Fehler: + 0,11, + 0,06, + 0,10, - 0,54, - 0,34 g, indem das ausgeflossene Wasser 29.05 g, vermehrt um den jeweiligen Fehler, wog. Da der Versuchskörper 45.53 g wog, so ist seine wirkliche Dichte = 1.567, während die Versuche 1.561 . . , 1.564, 1.562, 1.597 und 1.586 ergeben. Bei Anwendung grösserer Versuchskörper gestalten sich auch die Resultate solcher Dichtenbestimmung genauer, da aus dem Vergleiche der Tabellen hervorgeht, dass die Fehler bei grösseren Massen einen kleineren Prozentwert besitzen.

Zum Schlusse sei noch erwähnt, dass Herr MAX KOHL, Präcisionsmechaniker in Chemnitz, zwei nach Fig. 2 gearbeitete Klemmen (für Gefässe verschiedener Wandstärken berechnet) samt zwei Saughebern aus starkem Glas für 3 M. liefert.

### Zur Veranschaulichung der Vorgänge beim elektrischen Strom durch Flüssigkeitsströme.<sup>1)</sup>

Von

E. Grimsehl in Cuxhaven.

Die Bedingungen für das Zustandekommen eines elektrischen Stromes sind 1. Potentialdifferenz zweier Körper; 2. eine Leitung, welche den Ausgleich der Potentialdifferenz ermöglicht; 3. eine Leitung, in der sich eine Vorrichtung befindet, welche die Potentialdifferenz der Körper immer wieder von neuem erzeugt. Diese drei Erfordernisse finden sich sowohl beim galvanischen Element, wie bei jeder anderen stromerzeugenden Vorrichtung.

Der in Fig. 1 abgebildete Apparat lässt die einzelnen Teile des Elements besser erkennen, als die gebräuchlichen Formen von Elementen. Zwei rechtwinklig gebogene Röhre werden dadurch zu den Gefässen A und B, dass die horizontalen Enden mittels einer tierischen Membran bei a verschlossen werden. In das Gefäss A ist ein Kupferblech, in B ein Zinkblech gestellt, und beide Gefässe sind mit verdünnter Schwefelsäure oder Chromsäure angefüllt. Werden nun die beiden Gefässe mit ihren zugebundenen Enden aneinandergestellt, so bilden sie zusammen ein U-förmiges Rohr, das aber bei a in zwei Teile geteilt werden kann, ohne dass die Flüssigkeit herausläuft. Die beiden Metallplatten zeigen eine durch das Elektrometer nachweisbare Potentialdifferenz. An die Metallplatten sind zwei Kupferdrähte gelötet, die bei b miteinander in Berührung gebracht werden können. Stellt man die Berührung bei b her, unterbricht sie aber bei a, so gleichen die Potentiale einander aus. Nach dem Versuche zeigt das Elektrometer keinen Anschlag mehr. Durch die Berührung bei a, dagegen Trennung bei b wird die Potentialdifferenz wieder hergestellt. Ein kurzer Stromstoss findet stets nach einseitiger Berührung bei a oder bei b statt. Ein in dem Rohre C stattfindender Strom von B nach A erzeugt eine Potentialdifferenz, die in dem Drahte D wieder vernichtet wird. Die Vorrichtung zerfällt in zwei verschieden wirkende Teile: in den die Potentialdifferenz erzeugenden Teil BCA und in den die Potentialdifferenz vernichtenden Teil ADB. Der erste Teil wird gewöhnlich die innere Leitung, der zweite die äussere

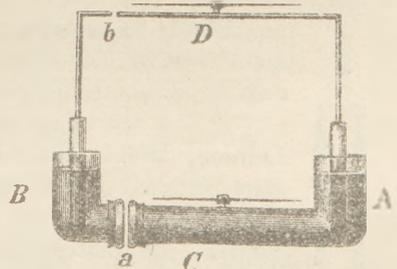


Fig. 1.

<sup>1)</sup> Auszug aus der Beilage zum Programm der Realschule in Cuxhaven, 1894, vom Verfasser bearbeitet (vgl. d. Zeitschr. VII 314).

Leitung genannt. Die bei geöffneter äusserer Leitung erzeugte Potentialdifferenz ist die durch die chemischen Wirkungen in *BCA* erzeugte „elektromotorische Kraft“ oder „Klemmenspannung“.

In der Figur sind auf den Leitungen *C* und *D* noch zwei Magnetnadeln gezeichnet, welche beide einen zwar kleinen aber deutlichen Ausschlag geben, wenn man für die Leitung *C* ein Rohr von mindestens 20 mm Durchmesser und höchstens 100 mm Länge wählt.

Eine Vorrichtung, welche die analogen Verhältnisse bei Flüssigkeitsströmen demonstriert, besteht aus zwei mit einem Tubulus am Boden versehenen Flaschen, die beide zur Hälfte mit Wasser gefüllt sind. Die beiden unteren Tubuli sind mit einander durch einen Gummischlauch verbunden und ebenso die beiden oberen Öffnungen der Flaschen. Stellt man nun eine der Flaschen höher als die andere, so strömt das Wasser durch den Schlauch an den unteren Öffnungen aus der oberen Flasche in die untere und vergrössert den Druck der Luft in der unteren Flasche, während derselbe in der oberen Flasche verringert wird. Da aber die oberen Öffnungen der Flaschen durch einen Schlauch verbunden sind, so wird die Druckdifferenz kurz nach dem Entstehen wieder vernichtet. Versieht man beide Schläuche mit Schlauchklemmen, so kann man, wie bei dem Apparat Fig. 1, die Wirkung der einzelnen Teile getrennt beobachten. Das obere Gefäss entspricht dem Teile *A* des Apparates Fig. 1, das untere dem Teile *B*, die Schlauchverbindung an den unteren Öffnungen ist die innere, Druckdifferenz erzeugende Leitung, entsprechend *C*, die Schlauchverbindung der oberen Öffnungen ist die äussere, Druckdifferenz vernichtende Leitung, entsprechend *D*. Die beiden Schlauchklemmen entsprechen den Unterbrechungsstellen *a* und *b*.

Mittels dieses einfachen Apparates, dem in der Originalabhandlung eine für die Demonstration geeignete Form gegeben ist, welche eine Veränderung der Niveaudifferenz in beiden Gefässen leicht gestattet, und die ferner mit einem Manometer zum Messen der Druckdifferenz versehen ist, werden dann die Beziehungen zwischen Stromstärke, Druck und Leitungseinfluss (dem Ohmschen Gesetze entsprechend) demonstriert. Es wird nachgewiesen, dass die Druckdifferenz, welche durch das Gewicht der Wassersäule hervorgerufen wird, von dem Drucke an einem beliebigen Punkte der äusseren Leitung unabhängig ist, entsprechend der Thatsache, dass auch beim galvanischen Element die Potentialdifferenz an den Polklemmen von der absoluten Grösse des Potentials an einem beliebigen Punkte der Leitung unabhängig ist.

Um den Einfluss der Leitung zu untersuchen, werden in die innere Leitung, also in die Leitung, durch welche das Wasser aus dem oberen Gefässe in das untere strömt, Glasröhren von 0,5 mm Weite und 30 cm Länge eingeschaltet und zwar einmal eine solche Glasröhre, ein ander Mal zwei Röhren, die hintereinander verbunden sind, ein drittes Mal zwei Röhren, die durch Verbindung mittels zweier weiten gabelförmigen Glasröhren parallel eingeschaltet werden können. In Fig 2 sind zwei durch gabelförmige Stücke verbundene Glasröhren abgebildet. Nennt man den Widerstand der inneren Leitung im ersten Falle „Eins“, so wird er im zweiten Falle „Zwei“, im dritten „Ein Halb“ sein.

Beobachtet man nun die Zeit, welche in den drei Fällen vergeht, bis eine bestimmte Wassermenge aus dem oberen Gefässe in das untere geflossen ist, so verhält sich dieselbe, wie  $1:2:1/2$ ; die in gleichen Zeiten durchflossenen Wassermengen verhalten sich wie  $1:1/2:2$ . Daraus ergibt sich, dass die Stromstärke dem Widerstande umgekehrt proportional ist.

In ähnlicher Weise wird die Abhängigkeit der Stromstärke von dem Widerstande in der äusseren Leitung bestimmt, indem man in die Leitung Capillarrohre entweder einzeln oder zu zweien, parallel oder hintereinander einschaltet.

Um die Beziehung zwischen Stromstärke und Druck zu demonstrieren, muss man



Fig. 2.

zu der Leitung, durch welche das Wasser fließt, enge Rohre nehmen, da nur für diese die Ausflussgeschwindigkeit proportional der ersten Potenz aus der Niveaudifferenz ist, während bei weiten Rohren die Geschwindigkeit der Quadratwurzel aus der Niveaudifferenz proportional ist. Wenn man nun in mehreren aufeinanderfolgenden Versuchen die eine Flasche höher stellt als die andere, so ergibt sich die Proportionalität zwischen Stromstärke und Niveaudifferenz durch Beobachtung der in gleichen Zeiten durchgeflossenen Wassermengen.

Durch Zusammenfassen der Resultate der beiden letzten Versuche folgt dann das Ohmsche Gesetz für Flüssigkeiten.

Die Fig. 3 giebt die Abbildung eines Apparates, welcher einer Verbindung von zwei galvanischen Elementen entspricht. Die Flaschen *A* und *B* mit der Leitung *E* entsprechen dem einen, die Flaschen *C* und *D* mit der Leitung *F* dem zweiten Element. *M* ist ein Manometer zum Messen der Druckdifferenz. Durch die an den oberen Öffnungen der Flaschen angebrachten Glasröhren, die mit Hähnen versehen sind, lassen sich die beiden Elemente einzeln oder gemeinsam und zwar hintereinander oder parallel benutzen. In folgender Tabelle sind unter III, IV, V die Hahnstellungen angegeben, durch welche die in der ersten Columne verzeichnete Schaltung bewirkt wird:

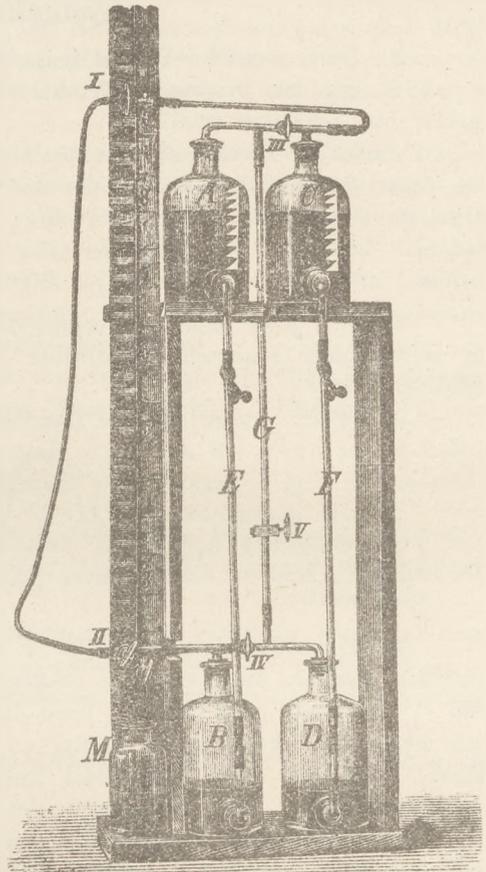


Fig. 3.

	III	IV	V
linkes Element allein	offen	geschlossen	geschlossen
rechtes Element allein	geschlossen	offen	geschlossen
beide Elemente parallel	offen	offen	geschlossen
beide Elemente hintereinander	geschlossen	geschlossen	offen

Mittels dieses Apparates lässt sich zeigen, dass die erzeugte Druckdifferenz bei zwei parallel geschalteten Elementen dieselbe ist, wie bei einem einfachen Elemente, dass dagegen zwei hintereinander geschaltete Elemente eine Druckdifferenz hervorbringen, welche doppelt so gross ist, wie die eines einzelnen Elementes.

Ferner ist der Apparat (dieser sowohl, wie der einfache) geeignet, die Abnahme der Druckdifferenz zu zeigen, wenn man den äusseren Widerstand verringert.

Endlich lässt sich die Frage nach der günstigsten Schaltung zweier Elemente beantworten, wenn der äussere Widerstand sehr gross oder sehr klein ist. Doch muss in Betreff der Ausführung dieser Versuche auf die Originalabhandlung verwiesen werden.

Zum Schlusse werden in der Abhandlung noch die Vorgänge beim Laden und Entladen der Accumulatoren erörtert und mittels der beschriebenen Apparate veranschaulicht.<sup>2)</sup>

<sup>2)</sup> Die in der Abhandlung beschriebenen Apparate sind von dem Universitäts-Mechanikus W. APPEL in Göttingen hergestellt. Der Preis des einfachen Apparates beträgt Mark 32,—, der Preis des in Fig. 3 abgebildeten Doppelapparates beträgt Mark 48,—.

### Physikalische Aufgaben.

5. Unter welchem Winkel muss ein Lichtstrahl auf die Fläche eines Glasprisma ( $n = 3/2$ ) mit dem brechenden Winkel von  $60^\circ$  fallen, damit er an der Austrittsfläche gerade total reflektiert wird?

*Auflösung:* Bezeichnet man den brechenden Winkel mit  $v$ , den Einfallswinkel mit  $i$ , den Austrittswinkel mit  $i'$  und die dazu gehörigen Brechungswinkel mit  $\gamma$  und  $\delta$ , so folgt, da  $i' = R$  sein soll,  $\sin \delta = 2/3$ , also  $\delta = 41^\circ 11' 23''$  (Grenzwinkel der totalen Reflexion bei dem Übergange von Glas in Luft); aus  $v = \gamma + \delta$  lässt sich dann  $\gamma$  berechnen, und aus  $\sin i / \sin \gamma = 3/2$  folgt  $i = 27^\circ 55' 14''$ .

6. Wie gross muss der brechende Winkel eines Glasprisma sein, damit ein auf die erste Fläche senkrecht auffallender Lichtstrahl an der zweiten Fläche gerade total reflektiert wird?

*Auflösung:* Durch ähnliche Überlegungen wie vorhin folgt aus  $\sin(v - \delta) = 0$  oder einfacher aus  $v = \gamma + \delta$  für  $\gamma = 0$ , dass  $v = \delta$  d. h. gleich dem Grenzwinkel der totalen Reflexion bei dem Übergange von Glas in Luft sein muss.

[Wie in dieser Zeitschrift III 77 von Herrn M. Koppe gezeigt, muss  $2\delta > v > \delta$  sein, wenn totale Reflexion an der Austrittsfläche möglich sein soll. Ist  $v < \delta$ , so gehen alle Strahlen, ähnlich wie bei einer planparallelen Platte, durch das Prisma hindurch.]

Dr. G. Leonhardt, Dessau.

7. Ein kurzer Magnetstab ist so aufgestellt, dass seine Axe senkrecht zum magnetischen Meridian steht und ihre Verlängerung die Mitte einer kleinen Deklinationsnadel trifft (I. Hauptlage nach Gauss). Wird dieser Magnetstab unter Beibehaltung seiner Stellung gegen den Meridian im Kreise um die Nadel herumgeführt, so finden sich vier Lagen, in denen er an der Nadel keine Ablenkung bewirkt. Man bestimme unter der Voraussetzung, dass die Längen der Magnete gegen ihren jeweiligen Abstand sehr klein sind, diese Lagen durch Angabe des Winkels, den die Verbindungslinie eines Stab- und eines Nadelpoles mit der Meridianrichtung einschliesst.

*Lösung:* Soll die Nadel keine Ablenkung erfahren, so muss die Resultierende der Anziehung  $K$  und der Abstossung  $K'$  (s. Figur) die Richtung des magnetischen Meridianes haben, mit  $K$  also den gesuchten Winkel  $\varphi$  einschliessen.

Aus einem der Kräftedreiecke I. folgt also:

$$\frac{\sin(\varphi + \varepsilon)}{\sin \varphi} = \frac{K}{K'} = \frac{r'^2}{r^2}$$

oder:

$$\cos \varepsilon + \cotg \varphi \cdot \sin \varepsilon = r'^2 / r^2.$$

Da  $l$  gegen  $r$  sehr klein sein soll, so wird  $\varepsilon$  sehr klein und sehr nahe  $\cos \varepsilon = 1$ ,  $\sin \varepsilon = \bar{\varepsilon}$  sein. Dann geht obige Gleichung über in:

$$\bar{\varepsilon} \cdot \cotg \varphi = \frac{r'^2 - r^2}{r^2} = \frac{r' + r}{r^2} \cdot (r' - r)$$

und mit Hilfe der aus  $\triangle + m A - m$  folgenden Beziehungen

$$r \bar{\varepsilon} = l \cos \varphi \quad \text{und} \quad r' - r = l \sin \varphi$$

schliesslich in:

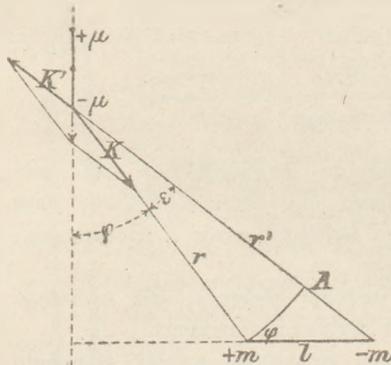
$$\cotg^2 \varphi = \frac{r + r'}{r} \quad \text{oder} \quad \sin^2 \varphi = \frac{r}{2r + r'}$$

Indem man schliesslich noch in  $r' = r + l \sin \varphi$  das zweite Glied der Voraussetzung gemäss vernachlässigt, ergibt sich:

$$\sin^2 \varphi = 1/3, \quad \varphi = 35^\circ 16'.$$

Die drei anderen Lagen sind durch den gleichen Winkel in den übrigen Quadranten bestimmt. (Vgl. diese Zeitschr. III 196.)

E. Maiss, Wien.



8. Aus der Länge des Sekundenpendels, dem Erdradius und dem siderischen Mondmonat die Entfernung des Mondes zu berechnen. (Nach dem Vortrage des Astronomen Wm. Harkness: Über die Grösse des Sonnensystemes, gehalten auf der Versammlung zu Brooklyn am 16. August 1894.)<sup>1)</sup>

*Auflösung:* Es sei  $T$  die Umlaufszeit des Mondes,  $t$  die Umlaufszeit eines Körpers, der in der Entfernung  $r$  (Erdradius) um ein Attraktionscentrum kreist, dessen anziehende Kraft jener der Erde gleichkommt, ferner sei  $x$  die Entfernung des Mondes. Dann ist nach dem dritten Keplerschen Gesetze

$$x^3 : r^3 = T^2 : t^2. \quad (1)$$

Die Beschleunigung aber, welche der oben erwähnte Körper durch die Centripetalkraft erhält, ist  $g = 4\pi^2 r/t^2$ , mithin  $t^2 = 4\pi^2 r/g$ , und  $t = 2\pi\sqrt{r/g}$  (d. h. die Zeit, welche zum Hin- und Hergange eines mathematischen Pendels von der Länge des Erdradius erforderlich wäre). Es ist aber  $g/\pi^2 = l$  die Länge des Sekundenpendels. Gleichung (1) wird also  $x^3 : r^3 = T^2 : 4r/l$ , und

$$x = \sqrt[3]{\frac{l r^2 T^2}{4}}.$$

Aus den Besselschen Werten für den Radius des Äquators und der Länge des Sekundenpendels am Äquator und  $T = 2360592''$  findet man  $x = 382910$  km (mittlere Entfernung des Mondes 385080 km).

K. Haas, Wien.

9. Wie lang muss die Teilung einer Senkwage von  $P$  Gramm Gewicht, deren cylindrischer Schaft einen Halbmesser von  $r$  Centimeter hat, gemacht werden, wenn  $S_1$  das kleinste und  $S_2$  das grösste spezifische Gewicht ist, welches mit der Wage bestimmt werden soll?

*Auflösung:* Taucht die Senkwage in die leichteste Flüssigkeit  $H_1$  cm und in die schwerste  $H_2$  cm ein, so ist

$$H_1 - H_2 = \frac{P}{\pi r^2} \left( \frac{1}{S_1} - \frac{1}{S_2} \right).$$

10. Wie schwer muss die Senkwage und wie lang ihre Teilung gemacht werden, wenn die spezifischen Gewichte der zu untersuchenden Flüssigkeiten zwischen 0,7 und 2 liegen, die dritte Dezimalstelle noch berücksichtigt werden soll und die Striche der Teilung in der Umgebung von  $s = 1$  um 1 mm von einander entfernt sein sollen?

*Auflösung:* Sinkt die Wage  $h_1$  cm in eine Flüssigkeit vom spez. Gew.  $s_1$  und  $h_2$  cm in eine solche vom spez. Gew.  $s_2$  ein, so ist

$$h_1 - h_2 = \frac{P}{\pi r} \left( \frac{1}{s_1} - \frac{1}{s_2} \right).$$

Für  $h_1 - h_2 = 1$  mm,  $s_1 = 1$  und  $s_2 = 1,01$  wird  $P$  angenähert  $100 \pi r^2$  Gramm. Für  $s_1 = 2$  und  $s_2 = 2,01$  wird  $h_1 - h_2 =$  u.  $1/4$  mm; d. h. in der Umgebung von  $s = 2$  stehen die Striche der Einteilung nur  $1/4$  mm von einander ab. Für  $S_1 = 0,7$  und  $S_2 = 2$  und  $P/\pi r^2 = 100$ , ist  $H_1 - H_2$  nahezu gleich 93 cm; die Spindel einer so genauen Senkwage wird also sehr lang gemacht werden müssen. Wählt man ferner noch  $r$  grösser als 1,2 cm, um den Einfluss der Capillarität möglichst klein zu machen, so beansprucht die Wage einen Raum von etwa 640 cm<sup>3</sup>. (Vgl. Lohnstein, *Zeitschr. f. Instrumentenkunde XIV 164, 1894.*)

H.

## Kleine Mitteilungen.

### Für die Praxis.

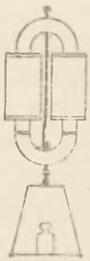
Vereinigung von Ergänzungsfarben. Von E. Grimsehl in Cuxhaven. Vor den Condensor eines Skioptikons wird eine Blechplatte gestellt, welche mit zwei kreisförmigen Ausschnitten neben einander versehen ist, die mit passend z. B. rot und grün gefärbten Glasstücken bedeckt sind. Dann wird mittels des Objektivs auf dem Projektionsschirm

<sup>1)</sup> Im Vortrage ist die Lösung, aber nicht der Weg zu derselben angegeben

ein scharfes Bild von den Ausschnitten erzeugt. Man hält nun in den Strahlenkegel vor das Objektiv ein Prisma mit kleinem brechenden Winkel und vertikaler brechender Kante, durch welches ein Teil der Lichtstrahlen abgelenkt wird. Dadurch entstehen ausser den schon erzeugten farbigen Flecken auf dem Projektionsschirm noch zwei andere, ebenso gefärbte Flecken. Durch passende Wahl der Ausschnitte in der Blechplatte kann man erreichen, dass der grüne Fleck des ersten Bildpaares mit dem roten des zweiten Bildpaares zusammenfällt. Je nachdem man das ablenkende Prisma mehr oder weniger in den Strahlenkegel bringt, wird das zweite Bildpaar heller oder dunkler als das erste. Es gelingt dann leicht, den Fleck, der von beiden Farben bedeckt ist, farblos zu machen, sodass er rein weiss erscheint.

Bei meiner Vorrichtung waren die Ausschnitte 15 mm von einander entfernt und hatten einen Durchmesser von 10 mm. Als Prisma benutzte ich ein Crownglasprisma von ca.  $15^\circ$  brechendem Winkel.

Elektromagnet. Von E. Grimsehl in Cuxhaven. Um bei der Demonstration der Tragkraft eines Elektromagneten zu vermeiden, dass der Anker beim Herunterfallen irgend etwas zerschlägt, habe ich in dem inneren Bogen des Magnetkernes eine Öse anbringen lassen, welche durch eine Kette oder einen Strick mit einer Öse am Anker gegenüber dem Haken zum Aufhängen der Belastung so verbunden wird, dass bei ausgespannter Kette der Anker ungefähr 1 cm unter dem Magneten hängt. Wenn dann bei zu starker Belastung der Anker abreisst, so kann der Anker nur so weit herunterfallen, bis die Kette gespannt ist.

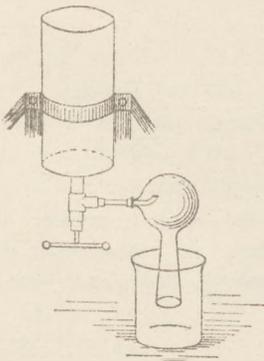


Man kann den Magneten beliebig aufhängen und ist nicht an ein bestimmtes Stativ gebunden, bei dem etwa Consolen den abfallenden Anker auffangen sollen. Ein derartiges Stativ ist immer sehr platzraubend und schwer zu regieren.

Rationelles Lüften. Von K. Fuchs in Pancsova. Das blosse Öffnen der Fenster macht noch keinen Luftzug. Man stelle die äusseren Fensterflügel (wo solche vorhanden sind) nach beistehendem Schema:



Die geringste Strömung der äusseren Luft giebt dann schon einen kräftigen Luftwechsel im Zimmer. Man braucht bei Anwendung dieser Methode nur für die Fensterhaken im Fensterstock neue Löcher anzubringen.



Darstellung fester Kohlensäure. Von O. Hergt in Bremen. Die Darstellung von fester Kohlensäure lässt sich experimentell besser als mit Hilfe des bisher beliebten Tuchbeutels dadurch ausführen, dass man die flüssige Säure in der aus nebenstehender Figur ersichtlichen Weise in eine tubulierte Vorlage ausfliessen lässt. Wenn man den Zufluss richtig reguliert, so dass er nicht zu stürmisch erfolgt, so sammeln sich in dem untergestellten Bechergläse reichliche Mengen von Kohlensäureschnee an.

Schülerversuch aus der Akustik. Von S. Kraus in Wien. Füllt man eine Blechschale z. B. die tiefere Schale einer Wage mit Wasser, stellt dieselbe auf ein leeres Trinkglas und stellt in die Mitte der Schale 1 kg-Gewicht, mit welchem man die Schale fest auf das Trinkglas drückt, während man mit der rechten Hand den Rand der Schale mit einem Bogen streicht, so entsteht ein tieferer Ton. Es bilden sich Wellen und es erhebt sich ein Sprühregen, der selbst aus der Entfernung sichtbar ist. Mit dieser Vorrichtung kann man auch die Erscheinung der Beruhigung der Wellen durch Öl zeigen. Der Versuch ist nämlich undurchführbar, wenn man auf das Wasser eine dünne Ölschicht giesst.

## Berichte.

### 1. Apparate und Versuche.

**Einige neuere Gasentwicklungs-Apparate.** Die viel gebrauchten Kippschen Gasentwicklungs-Apparate haben zwei Übelstände, die sich bisweilen unangenehm bemerkbar machen. Wenn der Tubus der oberen Kugel nicht sehr gut eingeschliffen ist, entweicht bei längerem Stehen das unter Druck befindliche Gas, die Säure fließt nach, und der Apparat nutzt sich ab, ohne gebraucht zu werden. Ferner kann beim Erzeugen eines gleichmässigen Gasstromes die verbrauchte Säure sich nur schwer durch frische ersetzen, da diese letztere als specifisch leichtere sich zum grossen Teil in der oberen Kugel befindet, und die Diffusion durch das Verbindungsrohr nur langsam vor sich gehen kann. Die im folgenden beschriebenen Apparate wollen diese Übelstände vermeiden, ohne im übrigen den Kippschen Apparaten an Brauchbarkeit nachzustehen.

In der *Chemiker-Zeitung XVII 1599, 1893* beschreibt O. HERGT einen neuen Schwefelwasserstoff-Apparat. Wie die Fig. 1 zeigt, befindet sich die Säure in einer Woulfischen Flasche *W*, in deren einen Tubus (zweckmässig ein mittlerer Tubus, nicht wie in der Figur, ein seitlicher) ein Kugeltrichter *E* mit einem Gummistopfen eingesetzt ist; in diesen Kugeltrichter füllt man das Schwefeleisen. Ein anderer Tubus trägt das Gummigebläse *B*, mittels dessen man die Säure von *W* nach *E* drücken kann; das Gebläse kann durch einen Quetschhahn *Q* abgeschlossen werden, wenn der Apparat im Gang ist. Der Apparat hat den Vorzug, dass man ihn leicht selbst zusammenstellen kann; im übrigen wird er wohl den Kippschen Apparaten kaum vorzuziehen sein, da die Regulierung des Gasstromes, die mit den Hähnen *H* und *Q* ausgeführt werden soll, wenn sie überhaupt zu erreichen ist, jedenfalls nur sehr schwierig bewerkstelligt werden kann.

Einen Apparat, der dem eben beschriebenen sehr ähnlich ist, giebt Prof. Fr. BRANDSTÄTTER in der *Österreichischen Mittelschule VII 133, 1894* an. Er hat, wie die Fig. 2 zeigt, nur statt des Druckballs ein Steigrohr mit Kugel-Reservoir *c*, nähert sich also wieder der Einrichtung der Kippschen Apparate. Im Vorteil vor diesem letzteren steht hier das Gas im Falle der Nichtbenutzung nicht unter Druck, wenn man nach dem Gebrauch einen Stopfen lüftet. Es lässt sich auch leicht ein constanter Gasstrom erzeugen, und die Ausnutzung der Säure ist eine gleichmässige; die einzige Unbequemlichkeit ist, dass man bei dem Ansetzen Luft hineinblasen muss, ein Nachteil, der in Anbetracht der bequemen Herstellbarkeit und der sonstigen Vorzüge des Apparates nicht sehr ins Gewicht fallen wird.

Einen dritten Schwefelwasserstoff-Apparat hat W. GALLENKAMP construirt. *Zeitschr. f. Instrumentenkunde XIV 58, 1894*. Das Princip dieses Apparates ist wesentlich verschieden von dem der bisher beschriebenen. Aus dem Tropftrichter *S* Fig. 3 tropft auf das im Turm *C* befindliche Schwefeleisen langsam die Säure, welche, beim Durchsickern durch das Schwefeleisen verbraucht, sich in *O* sammelt und durch *H* abfließt; *M* dient nur zum Anzeigen der Steighöhe. Den Gasstrom bei diesem Apparat zu regeln, wird sehr schwer sein, da derselbe von drei zum Teil unter einander unabhängigen Faktoren bedingt ist, nämlich der Öffnungsweite der Hähne *H*, *h* und des Tropftrichterhahns.

Ein vierter Schwefelwasserstoff-Apparat, für analytische Laboratorien bestimmt,

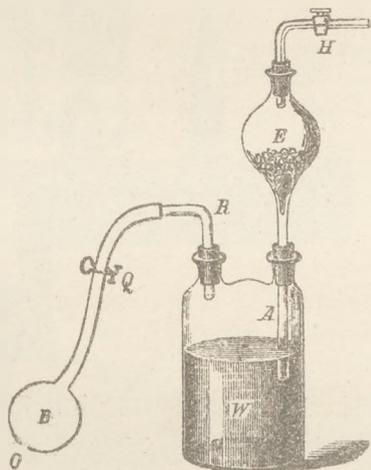


Fig. 1.

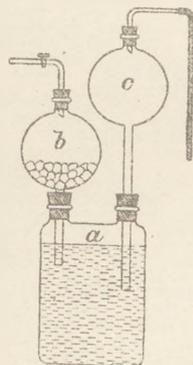


Fig. 2.

rührt von Prof. Dr. L. L. DEN KONINCK her. *Zeitschr. f. Instrumentenkunde XIV 57, 1894*. Besser als alle vorher beschriebenen Einrichtungen dürfte der vorliegende Apparat allen

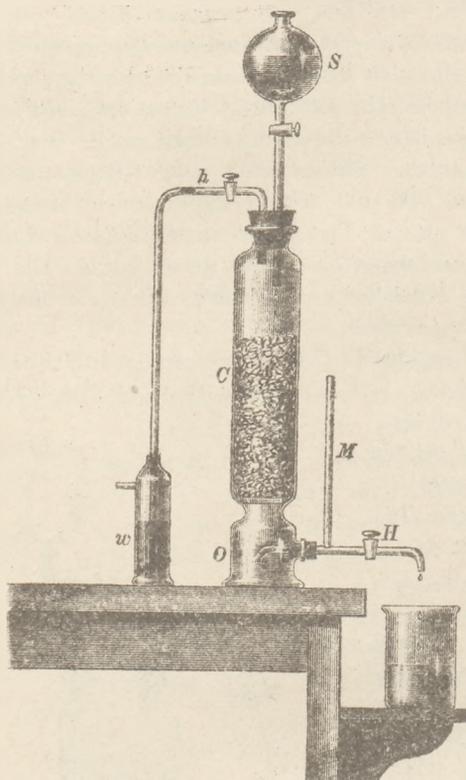


Fig. 3.

Anforderungen entsprechen; nur ist er sehr compliciert und nicht handlich genug, um so mehr, da er in etwas grossen Abmessungen ausgeführt werden muss. Die Säure befindet sich in *B* und *C*; letzteres wird beim Nichtgebrauch vom Gestell genommen, so dass in der Flasche *A*, welche das Schwefeleisen ent-

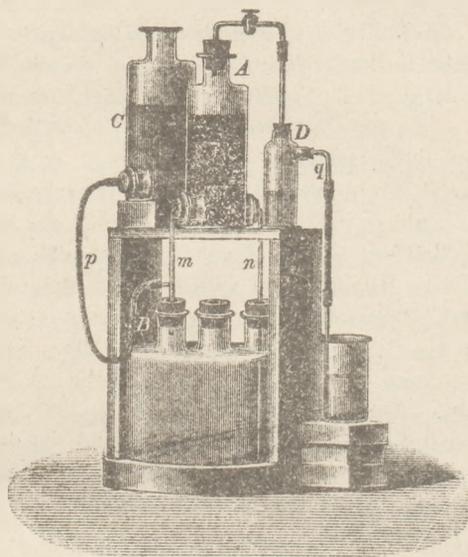


Fig. 4.

hält, das erzeugte Gas sich nicht mehr unter Druck befindet. Die verbrauchte Säure sammelt sich in *B*, während die frische, spezifisch leichtere von *C* aus durch das Zweigrohr *m* nach *A*, von dort, wenn sie verbraucht ist, durch *n* nach *B* fliesst. Der Apparat wird sich, in etwas grösseren Abmessungen ausgeführt, für Laboratorien, die viel Schwefelwasserstoff gebrauchen, sehr bewähren, wie es der Verfasser auch in seinem Laboratorium erfahren hat.

Eine weitere Modifikation des Kippschen Apparates von Dr. H. WOLF (*Zeitschr. f. Instrumentenkunde XIV 257, 1894*) bezweckt die bessere Ausnutzung der Säure im Apparate. Sollte es jemandem bei seinem Gasentwicklungsapparat nicht auf Handlichkeit und Bequemlichkeit, sondern nur darauf ankommen, an der billigen Salzsäure und Schwefelsäure zu sparen, so wäre dieser Apparat zur Beachtung zu empfehlen.

Ferner ist ein neuer Gasentwicklungsapparat von C. MIRUS erdacht worden (*Zeitschr. f. Instrumentenkunde XIV 296, 1894*), bei dem es als besonderer Vorzug gerühmt wird, dass er ein Wasch- und ein Trockengefäss enthält. Im Prinzip lehnt sich derselbe an den von W. GALLENKAMP und oben beschriebenen Apparat an und besitzt daher auch dessen Nachteile; durch Hinzufügung der beiden Waschflaschen wird der Apparat indessen so compliciert und unhandlich (er besitzt allein fünf Glashähne), dass man angesichts desselben es vorziehen wird, einen Kippschen Apparat mit einer Waschflasche zu verbinden, wenn man, was selten vorkommt, ganz reines Gas gebraucht. Rr.

## 2. Forschungen und Ergebnisse.

Neue Untersuchungen über elektrische Wellen. Die schon von Hertz aufgefundenen Analogieen zwischen elektrischen und Lichtwellen, ihre Interferenz, Brechung und Polarisation, sind durch einige neuere Arbeiten bedeutend erweitert worden, in denen ge-

zeigt worden ist, dass sich die Übereinstimmung beider Strahlungen auch auf die Erscheinungen der Absorption und Dispersion, der Interferenz in dünnen Blättchen, der elliptischen Polarisation und Doppelbrechung erstrecken.

Nach der Helmholtzschen Theorie ist die Absorption und Dispersion des Lichtes auf eine Einwirkung der Körpermoleküle auf die Ätherwellen zurückzuführen, die als eine Resonanz aufgefasst werden muss. A. GARBASSO und E. ASCHKINASS suchten dementsprechend durch Verwendung von Platten und Prismen, welche aus Reihen von elektrischen Resonatoren gebildet wurden, die Absorption und Dispersion der elektrischen Wellen nachzuweisen.

In einer früheren Arbeit (*Journal de physique sér. 3, t. 2, p. 259; 1893*) hatte Garbasso einem in der Brennlinie eines Parabelspiegels aufgestellten Hertz'schen Erreger einen passenden rechteckigen Resonator gegenübergestellt, an dessen Unterbrechungsstelle ein Funkenstrom überging. Zwischen den Erreger und diesen Resonator wurde ein Gestell eingeschoben, an welchem neun Resonatoren in drei Parallelreihen angebracht waren. Wurden die Funkenstrecken dieser Resonatoren so gross gemacht, dass kein Funke in ihnen überspringen konnte, so hatten sie keinen Einfluss auf den hinter ihnen stehenden Resonator; sobald jedoch das Funkenspiel an den Resonatorenreihen einsetzte, trat eine vollkommene Absorption der vom Erreger ausgesandten elektrischen Wellen ein, so dass die Funken in dem hinter dem Gestell befindlichen Resonator erloschen. Die auf dem Gestell befestigten Resonatoren absorbierten jedoch nur Wellen von der ihnen entsprechenden Wellenlänge, während andere Wellenlängen ungehindert hindurchgingen und durch kleinere oder grössere Resonatoren nachgewiesen werden konnten. In derselben Weise, wie diese Resonatorenreihen wirkten auch die Drähte eines Gitters; sie absorbierten die ihnen entsprechenden Wellenlängen, während die übrigen hindurchgehen konnten.

Dieselbe Eigenschaft der Resonatoren haben nun Garbasso und Aschkinass (*Wied. Ann. 53, 534; 1894*) benutzt, um die Erscheinung der elektrischen Dispersion darzustellen. Zur Herstellung der Wellen verwendeten sie den Righi'schen Apparat (*d. Zeitschr. VII 32*), welcher Wellen von 7,5 cm Länge lieferte. Der im Brennpunkt eines sphärischen Hohlspiegels aufgestellte Erreger wurde von vier kleinen Kugeln übersprungen, gingen die beiden äusseren durch Luft, der mittlere eigentliche Erregerfunke durch Paraffinöl. Der aus einem versilberten Spiegelglasstreifen bestehende Resonator, dessen Versilberung zur Herstellung einer Funkenstrecke in der Mitte durch einen feinen Diamantstrich getrennt war, wurde in der Brennlinie eines Parabelspiegels aus Kartonpapier befestigt, auf welchen zahlreiche Stanniolstreifen, deren Dimensionen mit denen des Resonators übereinstimmten, parallel der Brennlinie aufgeklebt waren. Eben solche Stanniolstreifen wurden auf Glasplatten aufgeklebt, welche so auf einander gelegt werden konnten, dass ein gleichseitiges Prisma gebildet wurde. Dasselbe wurde vor die Öffnung eines zwischen Erreger und Resonator aufgestellten Zinkblechschirmes gestellt, so dass die vom Erreger ausgehenden Strahlen unter einem Winkel von  $40^\circ$  auf das Prisma fielen. Der auf einem Teilkreis laufende Resonatorspiegel wurde nach beiden Seiten so weit verschoben, bis der Funkenstrom im Resonator erlosch und hieraus der Ablenkungswinkel bestimmt. Durch Verwendung von Resonatorensystemen von verschiedener Länge ergab sich, dass die Brechbarkeit sowie die Absorption der elektrischen Strahlen mit wachsender Wellenlänge abnimmt, dass also die elektrischen Wellen in dieser Beziehung den Licht- und Wärmewellen entsprechen. Wurde ferner aus den Resonatorentafeln eine planparallele Platte hergestellt, welche gegen die einfallenden Strahlen um  $40^\circ$  geneigt war, und wurden wieder die Grenzen der wirksamen Strahlung aufgesucht, so ergab sich eine gute Übereinstimmung zwischen den beobachteten und der berechneten Parallelverschiebung der austretenden Strahlen.

Während in diesen Versuchen mit Hilfe von Resonatoren künstliche Moleküle hergestellt wurden, mit deren Hilfe sich die Erscheinungen der Absorption und Dispersion

hervorrufen liessen, hat DRUDE (*Wied. Ann.* 54, 352; 1895) eine Methode angegeben, nach welcher die von den Körpermolekülen selbst verursachte Dispersion der elektrischen Wellen für die verschiedenen Stoffe gemessen werden kann. Zur Herstellung der Wellen benutzte Drude den Blondlotschen Erreger in Verbindung mit der Lecherschen Drahtcombination (d. *Zeitschr.* IV 146 u. V 309). Concentrisch zu dem an zwei diametral gegenüberliegenden Stellen durch eine Funkenstrecke und durch einen kleinen Condensator unterbrochenen kreisförmigen Primärleiter ist der Sekundärkreis angeordnet, der in zwei 15 m lange Paralleldrähte von 10 cm Abstand ausläuft. Die Enden dieser Paralleldrähte wurden an einen Kohrauschschen Luftcondensator angelegt, dessen Plattenabstand genau gemessen wurde. In der Nähe des Condensators lag eine Zehndersche Vacuumröhre (d. *Zeitschr.* VII 32), deren einander sehr nahe gegenüberstehende Glimmelektroden mit den Paralleldrähten verbunden waren. Längs dieser Doppelleitung wurde eine Kupferdrahtbrücke verschoben, bis das lebhaft Leuchten der Vacuumröhre anzeigte, dass zwischen den zu beiden Seiten der Brücke liegenden Theilen des Sekundärleiters Resonanz stattfand. Es wurden zunächst unter Anwendung des Luftcondensators zwei verschiedene Brückenlagen aufgesucht, für welche Resonanz stattfand, welche also zwei verschiedenen Schwingungsdauern entsprechen, und die beiden Entfernungen der Brücke vom Condensator gemessen. Sodann wurde der Luftcondensator durch einen Condensator ersetzt, zwischen dessen Platten sich der Körper befand, dessen elektrische Dispersion bestimmt werden sollte und für dieselben beiden Brückenlagen die zum Eintreten der Resonanz erforderlichen Abstände der Condensatorplatten gemessen. Da die Kapazität des Condensators für beide Brückenlagen die gleiche sein muss wie die Kapazität des Luftcondensators, so liefert der gefundene Unterschied des Plattenabstandes das Verhältnis der Dielektricitätsconstanten, d. h. auch der Brechungsexponenten für die den beiden Brückenlagen entsprechenden Schwingungsdauern. Da aber die Schwingungsdauer nach einer von Kirchhoff angegebenen Formel aus Durchmesser, Abstand und Länge der Paralleldrähte und aus den Dimensionen des Luftcondensators berechnet werden kann, so lässt sich nach dieser Methode die Abhängigkeit der Dielektricitätsconstante von der Schwingungsdauer der elektrischen Wellen bestimmen.

Vorläufige bei Schwingungsdauern von  $5 \cdot 10^{-8}$  sec und  $7 \cdot 10^{-8}$  sec angestellte Versuche ergaben für Alkohol eine normale Dispersion der elektrischen Wellen, welche den doppelten Betrag der optischen Dispersion erreicht; für Wasser ergab sich eine anomale Dispersion, während eine Ebonitplatte für das gewählte Schwingungsintervall überhaupt keine Dispersion aufwies.

Eine der Interferenz des Lichtes in dünnen Blättchen analoge Erscheinung wurde von BARTON (*Wied. Ann.* 53, 513; 1894) untersucht. Mit Hilfe der von Hertz angegebenen Anordnung wurden längs zweier 140 m weit sich erstreckenden Paralleldrähte elektrische Wellen von 8 m Länge erzeugt. 2 m von dem durch eine Brücke geschlossenen Ende der Leitung entfernt war ein Bjerknessches Elektrometer angebracht, welches aus einem mittels Quarzfaden zwischen zwei mit den Paralleldrähten verbundenen Condensatorplatten aufgehängten Aluminiumflügel bestand. Wird etwa in der Mitte dieser Leitung durch Überhängen von Stannioltafeln die Kapazität der Paralleldrähte über eine bestimmte Strecke hin geändert, so müssen am Anfang und Ende dieser anomalen Strecke Reflexionen der elektrischen Wellen stattfinden, welche bewirken, dass genau wie beim Durchgang des Lichtes durch ein dünnes Blättchen die durch den anomalen Teil hindurchgegangenen Wellensysteme gegen einander eine Phasenverschiebung erleiden, deren Grösse mit der Länge der anomalen Strecke wächst. In der That zeigte der Elektrometerausschlag die Interferenz dieser Wellensysteme an; er änderte sich mit der Länge des anomalen Theiles, erreichte ein Minimum, wenn dieselbe ein ungerades Vielfaches, ein Maximum, wenn sie ein gerades Vielfaches einer viertel Wellenlänge betrug.

Nach ZEHNDER (*Wied. Ann.* 53, 505; 1894) kann man elliptisch oder cirkular polarisierte elektrische Strahlen erzeugen, wenn man dem Erreger gegenüber zwei

Drahtgitter hintereinander so aufstellt, dass die Drähte beider Gitter einander senkrecht krenzen und etwa um  $45^\circ$  gegen die Primärschwingung geneigt sind. Durch das erste Gitter wird der vom Erreger ausgehende Strahl in zwei Componenten zerlegt, von denen die in der Drahtrichtung polarisierte reflektiert, die senkrecht zur Drahtrichtung polarisierte hindurchgelassen wird, so dass sie auf das zweite Gitter fällt und von diesem reflektiert und durch das erste Gitter hindurch wieder zurückgesandt wird. Es werden also von diesem Doppelgitter zwei senkrecht zu einander polarisierte elektrische Strahlen reflektiert, welchen man durch Veränderung des Abstandes zwischen beiden Gittern jede beliebige Phasendifferenz erteilen kann. Durch Änderung des Winkels zwischen der Richtung der Drähte und der Primärschwingung kann man auch das Amplitudenverhältnis der beiden Strahlencomponenten variieren und nach Belieben elliptisch, cirkular oder geradlinig polarisierte elektrische Strahlen erzeugen. Die elliptisch und cirkular polarisierten Strahlen lassen sich mit Hilfe eines in der Wellenebene liegenden gewöhnlichen Resonators dadurch nachweisen, dass derselbe für jede beliebige Lage seiner Funkenstrecke anspricht.

Eine der Doppelbrechung ähnliche Erscheinung tritt nach MACX (*Wied. Ann.* 54, 342; 1895) auf, wenn elektrische Strahlen eine Holzwand durchsetzen. Es beruht dies darauf, dass Strahlen, welche parallel zur Holzfaser polarisiert sind, eine stärkere Absorption im Holz erfahren, als die senkrecht zur Holzfaser polarisierten Strahlen. Wurden zwei Hertz'sche Parabelspiegel mit parallelen Brennlinsen einander gegenübergestellt und das zwischen ihnen verlaufende Strahlenbündel durch eine mit einer Öffnung versehene Zinkplatte abgeblendet, so liessen sich die Sekundärfunken dadurch auslöchen, dass vor die Öffnung des Schirmes ein tannenes Brett von 30 cm Dicke gestellt wurde, dessen Faserrichtung den Brennlinsen der Spiegel parallel lief. Wurde sodann das Brett gedreht, bis die Faserrichtung zu den Brennlinsen der Spiegel senkrecht stand, so traten die sekundären Funken wieder auf. Standen die beiden Spiegel mit gekreuzten Brennlinsen einander gegenüber, so dass also keine Sekundärfunken übergingen, so traten diese sofort auf, wenn zwischen die Spiegel eine 10 cm dicke Holzplatte geschoben wurde, deren Faserrichtung keiner der beiden Brennlinsen parallel lief. War dagegen die Richtung der Holzfasern einer der Brennlinsen parallel, oder wurden zwei gleichdicke Platten mit gekreuzten Fasern aufeinandergelegt, so blieben die Sekundärfunken aus. Dasselbe war der Fall, wenn eine senkrecht zur Faserrichtung geschnittene Platte zwischen die Spiegel geschoben wurde.

H. R.

**Das Argon, ein neuer Bestandteil der Atmosphäre.** Nachdem Lord RAYLEIGH im vorigen Jahre (*Proceed. Royal Soc.* 55, 340) auf Grund von Anomalien im spezif. Gew. des Stickstoffs auf einen bisher übersehenen Bestandteil der Atmosphäre aufmerksam gemacht hatte, wurden von diesem Forscher im Verein mit W. RAMSAY die Untersuchungen soweit gefördert, dass am 31. Januar der Royal Society in einer besonderen Sitzung ein eingehender Bericht vorgelegt werden konnte (*Nature*. vol. 51, No. 1319, 1895; *Journ. f. pr. Ch.* 31. Jan. 1895). Es wurde zunächst durch genaue Versuche festgestellt, dass der aus der Atmosphäre isolierte Stickstoff ein höheres spez. Gew. zeigt, als der aus chemischen Verbindungen wie Stickoxyd, Ammoniak, Ammoniumnitrit u. s. w. abgeschiedene „chemische“ Stickstoff. 1 Liter „atmosphärischer“ Stickstoff bei  $0^\circ$  und 760 mm wog 1,2521 Gramm, 1 Liter „chemischer“ Stickstoff 1,2505 Gramm. Diese geringen Differenzen führten gleichwohl zu der Vermutung, dass dem „atmosphärischen“ Stickstoff ein schwererer Bestandteil beigemeengt sein müsse. Es gelang, denselben zu isolieren, und seine Entdeckung ist nicht mit Unrecht „ein Triumph der letzten Dezimalstellen“ genannt worden. Da der gefundene Stoff in chemischer Hinsicht gänzlich inaktiv ist, erhielt er den Namen *Argon* (von  $\alpha$  und  $\epsilon\rho\gamma\omega\nu$  abgeleitet). — Um den neuen Stoff vom atmosphärischen Stickstoff zu trennen, wandten die Verfasser hauptsächlich zwei Verfahren an. Erstens wurde atmosphärischer Stickstoff mit reinem Sauerstoff bei Gegenwart von Alkali dem Induktionsfunkenstrome ausgesetzt: es blieb nach Entfernung des überschüssigen

Sauerstoffs ein vom Stickstoff verschiedenes Gas zurück, das etwa 0,9 % des angewandten Stickstoffs betrug. Die Verfasser erinnern daran, dass schon Cavendish bei seinen Versuchen über die Luft auf einen Rest Stickstoff, der sich nicht mit Sauerstoff verbinden liess, hingewiesen hatte, „der aber sicher nicht mehr als  $\frac{1}{120}$  des Ganzen sei“ (*Philos. Transact. vol. 75, p. 372, 1785*). Noch zweckmässiger erwies sich ein zweites Verfahren: Es wurde in einem eigens construierten Apparat der „atmosphärische“ Stickstoff mit rotglühendem Magnesium zur Vereinigung gebracht, nachdem sich aus besonderen Versuchen ergeben hatte, dass der „chemische“, reine Stickstoff vollständig von Magnesium absorbiert wird. Als Rest verblieb auch hier ein von Stickstoff freies Gas. Durch Gegenprobe wurde sodann festgestellt, dass der „chemische“ Stickstoff bei ähnlicher Behandlung keinen nennenswerten Rückstand ergab, z. B. wurden 15 l Stickstoff aus Ammoniumnitrit (das bekanntlich beim Erhitzen in N und  $H_2O$  zerfällt) gewonnen, dem Magnesiumverfahren unterworfen und gaben nur 3,5 ccm Rückstand. „Atmosphärischer“ Stickstoff in gleicher Menge hätte etwa 150 ccm geliefert; es blieb also weniger als  $\frac{1}{40}$  dieser Menge zurück, und dieser kleine Rest rührte zweifellos daher, dass der Stickstoff über Wasser aufgefangen wurde, von dem er etwas Argon aufgenommen hatte.

Nachdem das Mittel gefunden war, Argon völlig rein zu erhalten, wurden in umfangreichen Untersuchungen, zu denen noch Crookes und Olszewski zugezogen wurden, die Eigenschaften des neuen Körpers ermittelt. — Die Dichte des mittels des Sauerstoffverfahrens hergestellten Argons betrug 19,7, beim Magnesiumverfahren 19,90 (auf Wasserstoff = 1 bezogen). — Die Löslichkeit des Argons in Wasser ist etwa  $2\frac{1}{2}$  mal so gross, wie die des Stickstoffs, und ungefähr gleich der des Sauerstoffs. 100 Teile Wasser lösten 4,05 Vol. des mittels Magnesium gewonnenen Gases. Untersuchungen an der aus Wasser gezogenen Luft ergaben, dass der in „Wasserluft“ enthaltene Stickstoff mehr als doppelt so reich an Argon ist, wie der gewöhnliche. — In seinem chemischen Verhalten ist der neue Stoff, wie bereits angedeutet, noch viel passiver als Stickstoff, ja gänzlich indifferent. Alle Versuche führten zu einem negativen Ergebnis, weder mit Cl noch mit O, H, P u. s. w. liess sich eine Vereinigung bewirken; Versuche mit Fluor werden beabsichtigt, auch soll das Verhalten im Bogenlicht untersucht werden.<sup>1)</sup> — Das Spektrum des Argons, das von Crookes untersucht wurde, ist am hellsten leuchtend bei 3 mm Druck (für Stickstoff ist der geeignetste Druck dagegen 75 bis 80 mm) und ist besonders reich an roten Linien, von denen vornehmlich 2 (mit den Wellenlinien 696,56 und 705,64  $10^{-6}$  mm) charakteristisch sind. Wenn der Druck weiter erniedrigt wird, ändert sich das Spektrum eigentümlicherweise von rot in stahlblau und zeigt eine wesentlich verschiedene Anordnung der Linien; es ist indessen nicht leicht, das blaue Spektrum frei vom roten zu erhalten. In der blauen Abteilung zählte Crookes 119 Linien, in der roten 80, zusammen also 199; von diesen scheinen 26 beiden Spektren gemeinsam zu sein. Kein anderes Gas oder Dampf giebt ein Spektrum, das dem des Argons gleicht, und Crookes schliesst seinen Sonderbericht mit den Worten, dass, soweit spektroskopische Beobachtung entscheiden kann, Lord Rayleigh und Prof. Ramsay ein neues Glied, wenn nicht sogar zwei, der Reihe der Elementarkörper zugefügt haben. — Ein auffälliges Resultat ergaben die Untersuchungen über die spezifische Wärme des Argons. Da bekanntlich mit Hilfe der Schallgeschwindigkeit in einem Gase das Verhältnis der spezifischen Wärme bei constantem Druck und constanter Temperatur ermittelt werden kann, so wurden hierauf bezügliche Versuche angestellt, ergaben indessen statt der erwarteten Zahl 1,41 die Zahl 1,65. Es ist dies besonders bemerkenswert, da hierdurch das Argon sich dem Quecksilbergas, welches eine ähnliche Anomalie zeigt, anreicht. Hieraus ergibt sich weiter, dass das Atomgewicht nicht, wie sonst bei den Elementargasen, gleich dem spez. Gew. 19,9 zu setzen, sondern zu verdoppeln ist, oder mit anderen Worten, das

<sup>1)</sup> Laut telegr. Meldung vom 19. März soll es Berthelot gelungen sein, mittels des Funkens eine harzähnliche Verbindung des A. mit Benzindämpfen herzustellen.

Molekül des Argons ist als einatomig anzusehen. Mit Sicherheit ist danach anzunehmen, dass das Argon überhaupt elementar sei, die Verfasser weisen jedoch auf die Möglichkeit hin, dass das Gas ein Gemenge zweier Elemente sein könne. Für diese Annahme scheinen die Ergebnisse der spektroskopischen Untersuchung zu sprechen, sowie der Umstand, dass für das Argon, sobald man ihm das Atomgewicht 39,8 zugesteht, kein rechter Platz in dem Mendelejeffischen System der Elemente vorhanden ist (es käme sodann in die Nähe des Calciums mit 40). Gegen die Annahme spricht am meisten das nunmehr zu erörternde Verhalten des Argons in niederen Temperaturen. Dasselbe wurde von Olszewski untersucht. Argon liess sich verflüssigen und sogar in einen festen Körper verwandeln. Seine kritische Temperatur liegt bei  $-121^{\circ}$ , der kritische Druck beträgt 50,6 Atm., der Siedepunkt des flüssigen Argons ist  $-187^{\circ}$ , die Dichte des flüssigen 1,5. Beim Erniedrigen der Temperatur bis zu  $-191^{\circ}$  fror das flüssige Argon zu einer krystallinischen eisähnlichen Masse, die bei noch weiterer Erniedrigung undurchsichtig weiss wurde. Der Schmelzpunkt des erstarrten Argons ist  $-189,6^{\circ}$ . Im ganzen steht also das Argon bei niedrigen Temperaturen dem Sauerstoff am nächsten, nur lässt sich letzterer nicht in den festen Zustand verwandeln. Der besseren Vergleichung halber giebt Olszewski in seinem Sonderbericht auch die bezüglichen Daten der nächststehenden Gase:

Name	Kritische Temperatur	Kritischer Druck	Siedepunkt	Gefrierpunkt	Gefrierdruck	Dichte des Gases	Dichte der Flüssigkeit beim Siedepunkt	Farbe der Flüssigkeit
	unter	Atm.			mm			
Wasserstoff ( $H_2$ )	$-220,0$	20,0	?	?	?	1,0	?	Farblos
Stickstoff ( $N_2$ )	$-146,0$	35,0	$-194,4$	$-214,0$	60	14,0	0,885	"
Kohlenoxyd ( $CO$ )	$-139,5$	35,5	$-130,0$	$-207,0$	100	14,0	?	"
Argon ( $A_1$ )	$-121,0$	50,6	$-187,0$	$-189,6$	?	19,9	etwa 1,5	"
Sauerstoff ( $O_2$ )	$-118,8$	50,8	$-182,7$	?	?	16,0	1,124	Bläulich
Stickoxyd ( $NO$ )	$-93,5$	71,2	$-153,6$	$-167,0$	138	15,0	?	Farblos
Grubengas ( $CH_4$ )	$-81,8$	54,9	$-164,0$	$-185,8$	80	8,0	0,415	"

In der Schlussbetrachtung weisen die Verfasser besonders darauf hin, dass es ausser Zweifel stehe, dass das neue Gas wirklich ein Bestandteil der Atmosphäre, ferner dass es nicht zusammengesetzt sei, und E. von Meyer knüpft an den von ihm gegebenen kurzen Bericht (a. a. O. 3. S) die Bemerkung: „Die merkwürdigen Thatsachen, die Lord RAYLEIGH und W. RAMSAY ermittelt haben, lehren in eindringlicher Weise, dass auch die alltäglichsten Stoffe, deren Untersuchung abgethan schien, noch unbekannt rätselfhafte Körper enthalten können, die bisher übersehen wurden.“

O.

### 3. Geschichte.

Johann Wilhelm Ritter, der Begründer der wissenschaftlichen Elektrochemie. Ein Bild von dem Wirken und der Bedeutung dieses Forschers entwarf W. OSTWALD auf der ersten Jahresversammlung der neugegründeten „Deutschen elektrochemischen Gesellschaft“ (*Elektrotechn. Zeitschr.* 1894, 42, 569). Infolge seiner genialen Anlage und seines rastlosen Eifers entwickelte sich Ritter schon sehr früh aus einem einfachen Pharmaceuten zu einem selbstständigen und originalen Forscher. Zur Zeit, als die Entdeckungen Galvanis in Deutschland bekannt wurden (1792), war Ritter 16 Jahre alt, und schon 1797, im Alter von 21 Jahren, legte er der Naturforschenden Gesellschaft zu Jena eine Abhandlung über den Galvanismus vor, in welcher nicht nur die Voltasche Erklärung des Galvanischen Froschversuches auf Grund eigener Untersuchungen als die einzig haltbare hingestellt wurde, sondern auch die Andeutung einer fundamentalen Entdeckung enthalten war. Letztere ist genauer ausgesprochen in dem Buche vom folgenden Jahre: „Beweis,

dass ein beständiger Galvanismus den Lebensprozess im Tierreich begleite.“ Er deckte hier die Thatsache auf, dass die von Volta aufgestellte elektrische Spannungsreihe der Metalle mit der Reihe ihrer chemischen Verwandtschaft für Sauerstoff zusammenfällt. Hiermit war der Anfang der wissenschaftlichen Elektrochemie gegeben. Die chemische Wirkung des galvanischen Stromes wies er in seinem zweibändigen Werke: „Beiträge zur nähern Kenntnis des Galvanismus“ bereits im Jahre 1799 nach, zu einer Zeit, als nur die einfache Kette bekannt war, die Wissenschaft also über keine grössere elektromotorische Kraft als etwa ein Volt verfügte. In diesem Werke hatte er das Prinzip der Addition, auf dem die Voltasche Säule beruht, eigentlich schon ausgesprochen. Als im folgenden Jahre Volta seine epochemachende Entdeckung mitteilte, wurden die Erscheinungen der Zersetzung des Wassers und der Metallsalze u. a. sehr bald und unabhängig von anderen Forschern von Ritter aufgefunden, und nur dem Umstande, dass Volta seine Entdeckung zuerst dem Präsidenten der Royal Society mitteilte, welcher seinerseits Voltas Brief monatelang bei seinen Bekannten und Freunden circulieren liess, bevor er ihn veröffentlichte, ist es zu schulden, dass sich diese Entdeckungen an die Namen Carlisle und Nicholson, Davy u. A. statt an den Ritter knüpfen. Bald darauf wies er die polare Zersetzung der Elektrolyte durch den Strom der gewöhnlichen Elektrisiermaschine nach. Er zeigte ferner durch Zersetzung von Metallsalzlösungen die Ausscheidung des Silbers an der Kathode und die Oxydation von Messingdrähten an der Anode; gewöhnlich wird bei diesen Versuchen nur der Name Wollaston genannt. In diese Zeit fällt noch eine andere Entdeckung Ritters: der Nachweis unsichtbarer Strahlen ausserhalb des Violetts im Sonnenspektrum, mittels chemischer Veränderung des Chlorsilbers. Von Herzog Ernst II. nach Gotha berufen, durchlebte Ritter hier eine kurze aber glückliche und besonders ergebnisreiche Zeit. Die erste Frucht seiner Arbeiten war die Entdeckung der trockenen Säule, die gewöhnlich Zamboni oder de Luc zugeschrieben wird, deren Mitteilungen aber erst zehn Jahre später gemacht sind. Die Hauptarbeit dieser Zeit bilden aber die Untersuchungen über den Einfluss des elektrischen Stromes auf die verschiedenen Sinnesorgane; freilich leidet die Wiedergabe seiner Versuchsergebnisse unter der stark ausgeprägten naturphilosophischen Neigung Ritters, so dass es schwer ist, ihm durch den Wust von Polaritäten und dynamischen Wirkungen zu folgen. In das Jahr 1803 fällt die Entdeckung, die an engsten mit Ritters Namen verknüpft ist, nämlich die der Ladungssäule, des elektrischen Sammlers oder Accumulators. Bei einer Untersuchung der elektrischen Beziehungen der Legierungen fand er, dass das Quecksilber durch eine ganz kleine Beimengung von Zink die elektromotorische Stellung des Zinks erlangt. Zur selben Zeit beschäftigte er sich mit der Deutung einer vom Chemiker Buchholz zufällig beobachteten Erscheinung, an die Helmholtz später seine theoretischen Untersuchungen anknüpfte und durch die der Weg gezeigt wurde, auf dem gegenwärtig das Problem der Voltaschen Kette im wesentlichen gelöst worden ist. Die Erscheinung betrifft das Verhalten eines Zinnstabes in zwei übereinander geschichteten Zinnchlorürlösungen verschiedener Concentration. Ritter erkannte die elektrische Natur des Vorganges, d. h. der Abscheidung von Zinn in der unteren concentrirten Salzlösung, und sprach dabei das höchst wichtige, noch heute nicht genügend beachtete Prinzip aus, dass ein chemischer Vorgang, um elektrisch wirksam zu sein, in zwei von einander räumlich geschiedene, aber zeitlich aneinander gebundene Prozesse zerlegt werden muss. — 1805 erschien Ritters ausgedehntes Werk „Das elektrische System der Körper“. 1804 war er nach München berufen worden; doch sollte er die besseren äusseren Verhältnisse, in welche er hierdurch gekommen war, nicht lange geniessen. Am 23. Januar 1810 erlag er im Alter von nur 33 Jahren einem Lungenleiden.

#### 4. Unterricht und Methode.

**Das humanistische Element im exaktwissenschaftlichen Unterricht.** Von FRIEDRICH PIETZKER. (Programmabhandlung des K. Gymnasiums zu Nordhausen Ostern 1894, Pr. No. 246). Auf die humanistischen Aufgaben und Ziele des naturwissenschaftlichen Unterrichtes ist in dieser Zeitschrift von Anbeginn nachdrücklich hingewiesen worden. Die vorliegende Abhandlung kann daher als eine Ausföhrung und Erganzung der in der Zeitschrift bereits dargelegten Gedanken bezeichnet werden. Sie knüpft an ein Wort Friedrich Paulsens an: Menschliche Dinge teilnehmend verstehen und auf Menschen und menschliche Angelegenheiten wohlwollend förderlich wirken, das sei die eigentliche Aufgabe jedes Menschenlebens. Der Verfasser erörtert die Frage, welche Mittel dem höheren Unterricht zu Gebote stehen, um seine Schüler hierzu fähig zu machen. Er führt aus, dass im sprachlichen Unterricht als solchem kein direkt humanistisches Element liege, und dass auch die litterarische Seite dieses Unterrichtes bei allem hohen Wert, den sie unbestrittenermassen besitze, doch mehr auf das receptive teilnehmende Verständnis menschlicher Dinge gerichtet sei, wohingegen eine stärkere Betonung des Sachunterrichtes unmittelbar zu der Fähigkeit werktätiger Anteilnahme hinzuleiten vermöge. Er streift hierbei auch die Bedeutung der Kunst, die in der heutigen Jugenderziehung noch viel zu wenig berücksichtigt wird.

Im besonderen wird in Bezug auf den Wert der Naturbeschreibung und Erdkunde als humanistischer Bildungsfächer auf G. Lüddeckes Schrift „Der Beobachtungsunterricht in Naturwissenschaft, Erdkunde und Zeichnen“ verwiesen, dagegen dem Unterricht in der Mathematik und Physik eine eingehendere Untersuchung gewidmet. Als ein direkt humanistisches Element dieses Unterrichtes wird die geschichtliche Entwicklung unserer mathematisch-physikalischen Einsicht bezeichnet. Das Überlieferte durch selbstthätiges Nachschaffen zum Resultat eigener Geistesarbeit zu gestalten leitet vornehmlich der mathematische Unterricht, in höherem Masse als der Sprach- und Geschichtsunterricht, an. Und auch der naturwissenschaftliche Unterricht geht zum grösseren Teil nicht auf die Sache an sich, er bezieht sich vielmehr auf die Vorstellungen, die sich die Menschen von dieser Sache zum Behuf ihrer Begreiflichmachung gebildet haben; es kommt hier darauf an, den Schüler die geistigen Prozesse, durch die die Menschheit zu ihrer gegenwärtigen Erkenntnis gelangt ist, im Anschlusse an die Geistesarbeit grosser Forscher nacherlebend von neuem vollziehen zu lassen. Einen noch grösseren Wert für die humanistische Wirkung der exakten Lehrfächer legt der Verfasser indessen auf die Aufdeckung der Bedeutung, die die Entwicklung der exaktwissenschaftlichen Kenntnisse für unsere gesamte Kulturentwicklung besitzt, obwohl sich der Unterricht selbst unter den günstigsten Bedingungen in dieser Beziehung mit Andeutungen und Hinweisen wird begnügen müssen. Er bezeichnet es als eine der dankbarsten Aufgaben des Unterrichtes, auf die gewaltige Wandlung hinzuweisen, die sich in den menschlichen Vorstellungen von Weltzusammenhang und von den astronomisch-kosmischen Vorgängen seit den ältesten Zeiten bis heute vollzogen hat. Daneben misst er auch der geschichtlichen Entwicklung der Elektrizitätslehre und der Lehre vom Licht besonderen Wert in derselben Hinsicht bei.

Neben diesen direkten humanistischen Beziehungen steht eine Reihe von indirekten, vor allem die Beziehung zur philosophischen Bildung. Die scharfe Unterscheidung hypothetischer und apodiktischer Elemente (wozu wir die thatsächlichen noch hinzugetügt zu sehen wünschten) bietet eine für das spätere Leben ausserordentlich wertvolle, nirgends in gleich vorteilhafter Weise zu gewinnende geistige Schulung. Ferner sind die Beziehungen zur Kunst namentlich in der Akustik und Optik naheliegend. Die Anwendungen der Naturkräfte in der Technik geben Anlass zu Ausblicken auf die moderne Gesellschafts- und Wirtschaftsordnung. Der Belehrung über das allmähliche Zustandekommen der Herrschaft des Menschen über die Natur wird der Hinweis auf die fortwährende Wandlung des menschlichen Gesellschaftslebens unter dem Einflusse der zunehmenden Bewältigung der Naturkräfte hinzuzufügen sein.

Der Verfasser betont endlich, dass er durch solche humanistischen Excurse das Interesse an der fachtechnischen Seite des Unterrichts nicht geschwächt sondern vielmehr erhöht gefunden hat: „Lehrer und Schüler kehrten zu der technischen Schularbeit zurück, erfrischt und erhoben durch das Bewusstsein, dass die Einzelheiten dieser Arbeit in steter, wenn auch nicht immer zu Tage liegender, so doch zweifelloser Beziehung zu dem wirklichen Leben stehen, dem das natürliche Interesse des gesunden, unverbildeten Geistes doch vor allem zugewandt ist.“

Wir schliessen diesen kurzen Auszug mit dem Wunsche, dass die Ausführungen des Verfassers eine Anregung werden möchten, die humanistischen Elemente im physikalischen Unterricht immer mehr zu betonen. P.

**Die Behandlung des Potentials beim physikalischen Unterricht.** Von A. SCHÜLKE. *Zeitschrift für den mathematischen und naturw. Unterricht XXV, 401—18, 1894.* Der Verfasser knüpft an die Auffassung des Potentials an, die in dieser Zeitschrift I 89 und III 161 dargelegt und seitdem namentlich von Kolbe, Krumme, Noack, Szymański weiter ausgebildet worden ist. Gegen die Einführung des Potentials als elektrischen Zustandsgrades werden mehrere Bedenken vorgebracht, die wir hier nicht übergehen dürfen. Dass der Ausschlag des Elektroskops nur dann das Potential eines entfernten und mit ihm verbundenen Leiters anzeigt, wenn die Kapazität des Elektroskops gegenüber der des Leiters vernachlässigt werden darf, ist bereits a. a. O. I 95 (Anm.) durch den Hinweis erledigt, dass bei der Temperatur ganz entsprechende Verhältnisse vorliegen, ohne dass dadurch der Wert thermometrischer Messungen endgültig in Frage gestellt wird. Ein zweites Bedenken stützt sich darauf, dass der Ausschlag der Blättchen des Elektroskops nicht vom Potential selber, sondern von der ‚Potentialänderung in der Umgebung‘ abhängt, dass also das Elektroskop nicht mit einem gewöhnlichen, sondern mit einem Differentialthermometer zu vergleichen sei. Allerdings zeigt das Elektroskop die Potentialdifferenz zwischen den Goldblättchen und den festen Wandungen an, die den die Blättchen umgebenden Luftraum begrenzen. Auch dies Bedenken aber ist hinfällig, wenn man, wie in den angeführten Arbeiten geschehen, entweder das Elektroskop soweit entfernt von dem elektrischen Körper aufstellt, dass dessen direkter Einfluss auf das Elektroskop als verschwindend angesehen werden kann, oder wenn man (wie Kolbe) das Gehäuse des Elektroskops zur Erde ableitet. Der Verfasser fügt hinzu, der erwähnte Unterschied mache sich besonders fühlbar, wenn man von der elektrischen Dichte zum Potential übergehe; die Papierfähnchen (III 163) seien auch nur Elektroskope, und es dränge sich dem Schüler die Frage auf, warum diese Apparate verschiedene Ausschläge zeigten, je nachdem sie durch einen langen Draht mit dem Körper verbunden oder unmittelbar an ihm befestigt seien. Den Schüler wird die (auch sachlich zutreffende) Überlegung befriedigen, dass die Angaben des Elektroskops im zweiten Falle von der näheren Umgebung abhängig sind, und dass eben deswegen in die Definition des Potentials die Bedingung der entfernten Aufstellung des Elektroskops aufgenommen worden ist. Will man dies nicht gelten lassen, so braucht man nur die Versuche mit den Papierfähnchen zu vermeiden und die Dichtigkeit an verschiedenen Stellen eines Leiters etwa mit einem Probescheibchen zu prüfen. In jedem Fall berechtigt keins der beiden vorgebrachten Bedenken den Verfasser zu der Behauptung, dass „ein Ausgangspunkt, der einerseits vollständig streng und andererseits unmittelbar anschaulich ist, bisher gefehlt habe“.

Seiner eigenen Darstellung will der Verfasser, an den Potentialbegriff in der Mechanik fester Körper anknüpfend, die folgende Definition zu Grunde legen: „Potential ist die Grösse, von welcher die Bewegung der Energie abhängt.“ Er schliesst sich in den Erläuterungen dazu an die (nicht erst von Ostwald, sondern schon von G. Helm und R. Wronsky durchgearbeitete) Thatsache an, dass die Energie auf allen physikalischen Gebieten sich aus zwei Faktoren zusammensetzt, von denen der eine, den Übergang der Energie bestimmend, von Helm als Intensität der Energie bezeichnet worden ist. Er muss sich indessen — und dies erscheint als eine Inconsequenz — bei der prak-

tischen Einführung in den Begriff des Potentials damit begnügen, statt des Überganges der Energie den Übergang von Elektrizitätsmengen zu betrachten. Die hierzu angegebenen Versuche sind folgende: „Legt man eine isolierte Metallkugel von 2 cm Durchmesser zuerst an den Knopf einer schwach geladenen Leydener Flasche und dann an ein Elektroskop, so gehen die Blättchen auseinander, und wenn man diesen Versuch wiederholt, so zeigt der wachsende Ausschlag die wachsende Elektrizitätsmenge an. Verbindet man zwei Elektroskope (I und II) durch einen Draht und ladet auf dieselbe Weise, so erhält man an beiden den gleichen Ausschlag, woraus ihre gleiche Empfindlichkeit zu erkennen ist, aber die Ausschläge sind nur halb so gross wie vorher. Isoliert man endlich I und verbindet II mit einem (isolierten) Metallcylinder, so bleibt der Ausschlag dieses zweiten geringer, selbst wenn man ihm die drei- oder vierfache Ladung mitteilt. Stellt man nun durch einen Draht mit Handgriff noch eine Verbindung zwischen dem Cylinder und I her, so werden die Ausschläge von I und II gleich; es muss also Elektrizität in den Cylinder übergegangen sein. Ladet man jedoch den Cylinder so stark, dass das mit ihm verbundene II denselben Ausschlag zeigt wie das isolierte I, so tritt auch nach der Verbindung keine Änderung ein.“ — Aus diesen Versuchen wird nun gefolgert: „dass bei elektrischen Körpern zwei Grössen gesondert betrachtet werden müssen, 1) die Elektrizitätsmenge, die durch die Anzahl der Ladungen der Metallkugel bestimmt wird, und 2) die Grösse, die wir Potential nennen, welche allein Einfluss auf die Strömung der Elektrizität hat. Zwei Körper haben also gleiches Potential, wenn ihre Elektrizitätsmengen ungeändert bleiben, nachdem man eine Verbindung zwischen ihnen hergestellt hat; wenn jedoch in diesem Falle der eine Elektrizität abgibt und der andere aufnimmt, so schreiben wir dem ersteren das höhere Potential zu und zwar wird unter sonst gleichen Verhältnissen der Potentialunterschied um so grösser sein, je mehr Elektrizität überströmt“.

Ich kann nicht finden, dass diese Einführung an Exaktheit oder an Anschaulichkeit die bisher in dieser Zeitschrift befolgte übertrifft. Die Versuche ermangeln der Allgemeinheit, da immer wenigstens einer der Körper, zwischen denen Elektrizität übergeht, das Elektroskop selber ist; ihre Bedeutung kann nicht klar erfasst werden, wenn man, wie der Verfasser, den Begriff der Kapazität ganz unerläutert lässt. Und die „Grösse, die wir Potential nennen“, bleibt zunächst unanschaulich; es handelt sich nur um einen Ausgleich zwischen grösserer und kleinerer Elektrizitätsmenge, wobei eine Nötigung zur Einführung eines neuen Begriffs nicht vorhanden ist. Als Folgerung wird zwar dann hinzugefügt: „Verbindet man einen beliebigen Leiter durch einen Draht mit dem Elektroskop, so wird so lange Elektrizität auf dasselbe strömen, bis die Potentiale in beiden Körpern gleich geworden sind; der Ausschlag der Blättchen liefert uns daher ein anschauliches Maass für das Potential“. Damit wird in die von mir an den Anfang gestellte Definition übergeleitet. Aber es ist damit der Übelstand verknüpft, dass nun das Elektroskop sowohl zur Messung von Elektrizitätsmengen als zur Messung von Potentialen benutzt wird, was für den Anfänger verwirrend ist. Ich selbst habe anfangs geschwankt, ob es zweckmässiger sei, mit der von mir gewählten Definition des elektroskopischen Zustandes oder mit der anderen zu beginnen, wonach als Potential der Zustand elektrischer Körper bezeichnet ist, vermöge dessen Elektrizität von einem Körper zum anderen übergeht. Erwägungen, wie die vorhin angedeuteten, haben zu gunsten der ersteren Fassung entschieden, während die zweite von mir an späterer Stelle des Lehrgangs als Erweiterung des Begriffes angegeben ist (vgl. III 165). Ich gestehe, dass mich die bisher erhobenen Einwendungen nicht von der Unzweckmässigkeit der damaligen Entscheidung haben überzeugen können. —

Der Verfasser geht dann zur Demonstration des elektrischen Feldes und der Potentialflächen über. Er benutzt hier die zwei Elektroskope oder auch zwei an isolierten Handhaben befindliche Metallkugeln von 2 cm Durchmesser die vorübergehend durch einen Draht verbunden werden. Zur Feststellung der Potentialflächen verwendet er eine

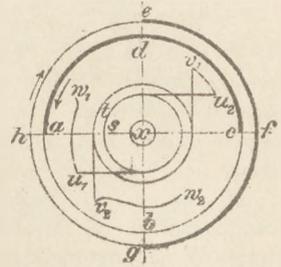
kleine Kugel, die durch einen langen Draht mit dem Elektroskop verbunden ist. Er giebt hierbei die beachtenswerte Vorschrift, den Draht von der Kugel erst nach der Mitte des etwa 30 cm langen Hartgummistabes zu führen, und ihn dort mehrfach herumzuführen, ehe man ihn mit dem Elektroskop verbindet; man kann dann einen blanken Draht gebrauchen, der eine viel geringere Kapazität als ein mit Kautschuk überzogener hat. Danach werden die Influenzerscheinungen aus den Eigenschaften des elektrischen Feldes abgeleitet (vgl. auch Pfaundler, d. Zeitschr. IV 18). Auch die elektrische Dichtigkeit wird durch die Potentialflächen erklärt, doch entbehrt die Erklärung der Exaktheit. Wenn eine Probekugel an einer wenig gekrümmten Stelle eines geladenen Körpers eine geringere Ladung annimmt als an einer stark gekrümmten, so soll dieser Unterschied daher rühren, dass die Kugel unmittelbar vor der Berührung im ersten Fall ein höheres Potential besass als im zweiten. Man begreift schlechterdings nicht, was der Zustand der in jedem Fall ungeladenen Kugel vor der Berührung für einen Einfluss ausüben soll, da bei der Berührung nur die Gesamtconfiguration der beiden verbundenen Körper für die elektrische Verteilung maassgebend ist. Es ist theoretisch richtig, dass die Dichtigkeit mit dem Werte  $dV/dn$  in der Oberfläche proportional ist. Aber dieser Quotient bezeichnet eine Eigenschaft des Flächenelements selber, nicht einer noch so dünnen ihm angelagerten Schicht; es ist daher unzulässig, den hier ausgesprochenen Zusammenhang durch Heranziehung der dem Körper benachbarten Potentialflächen zu popularisieren, um so mehr, da sich der Wert von  $dV/dn$  beim Durchgange durch die elektrisch geladene Oberfläche un stetig ändert. Auch wird man, so lange noch im Unterricht und in der wissenschaftlichen Darstellung von Elektrizitätsmengen die Rede ist, den Begriff der Dichte nicht durch den ihm nur proportionalen aber nicht äquivalenten Begriff  $dV/dn$  ersetzen können.

Der Verfasser schliesst an das Bisherige noch eine kurze Betrachtung der Spitzenwirkung und der vorhin schon berührten Relativität des Elektroskopauschlages an und giebt dann noch eine Darstellung der Potentialänderung bei Bewegungen, die zum Verständnis der Vorgänge bei der Leydener Flasche von Wert ist. Versuche mit zwei Condensatorplatten, deren jede mit einem Elektroskop verbunden ist, führen zu dem allgemeinen Ergebnis: „Wird durch einen elektrischen Körper eine Bewegung hervorgerufen oder unterstützt, so wird das Potential (oder der Potentialunterschied) geringer; wenn jedoch die Bewegung gegen die Richtung der elektrischen Kräfte stattfindet, so wird dadurch das Potential erhöht.“ Vom Kapazitätsbegriff wird hierbei kein Gebrauch gemacht. Den Schluss bilden Auseinandersetzungen über elektrische Energie, die in dem Satze gipfeln, dass überall, wo elektrische Kräfte Bewegung hervorbringen, die Bewegung auf Kosten der elektrischen Energie erfolgt. Das einfachste Beispiel liefert das Glockenspiel oder auch ein isoliertes Kügelchen, das von dem geladenen Körper angezogen und dann abgestossen wird, wobei die Elektrizitätsmenge unverändert bleibt, das Potential aber kleiner wird. Betrachtungen dieser Art bilden ohne Frage den zweckmässigen Abschluss der ganzen Lehre vom Potential. —

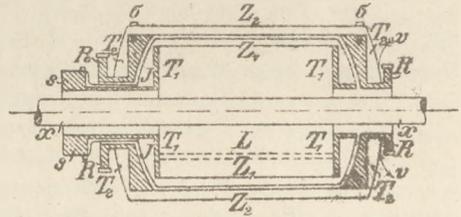
Ein Vorzug der vorliegenden Arbeit ist, dass quantitative Begriffe nur sparsam benutzt sind. Man muss dem Verfasser darin Recht geben, dass das Verlangen nach genauen Messungen erst dann rege wird und auch nur dann wirkliche Frucht trägt, wenn der Geist durch längeres Arbeiten vollständig mit der Sache vertraut ist. Die Definition der Einheit der Elektrizitätsmenge und auch der Begriff der Kapazität werden indessen nicht zu umgehen sein; der letztere drängt sich von selbst auf, wenn die Potentiale von Körpern verschiedener Grösse verglichen werden (d. Zeitschr. III 165). Von der Potentialformel  $m/r$  sagt der Verfasser wohl nicht unzutreffend, ihre Ableitung sei nicht schwierig, aber, da die Abnahme des Potentials mit der Entfernung unmittelbar anschaulich sei, zwecklos, wenn sie nicht benutzt wird zur Berechnung und Zeichnung von Potentialflächen und zur Lösung anderer Aufgaben, für die es im Gymnasium im allgemeinen an Zeit fehlt.

5. Technik und mechanische Praxis.

**Neue Konstruktion eisenfreier Dynamomaschinen.** Prof. F. PIETZKER in Nordhausen hat ein Patent genommen auf die Herstellung von zwei auf derselben Axe sitzenden Hefner-Alteneckschen Wicklungen, die durch die Fig. 1 schematisch dargestellt sind. Jede derselben zerfällt in zwei Hälften von entgegengesetzter Stromrichtung, wobei die einander in der Stromrichtung entsprechenden Hälften beider Wicklungen durch die Stärke des Linienzuges kenntlich gemacht sind.



Der den ganzen Prozess einleitende Strom tritt bei  $w_1$  ein, in  $w_2$  aus; zwischen denselben Stellen verläuft auch der äussere Stromweg für den in der Maschine selbst erzeugten Strom;  $s$  und  $t$  sind die beiden Stromsammler mit ihren aus der Figur ersichtlichen Bürsten. Der mechanischen Schwierigkeiten wegen wird nur die innere Wicklung in Rotation versetzt, wie dies klarer aus Fig. 2 ersichtlich ist.  $Z_1$  und  $Z_2$  bedeuten die beiden Wicklungen, die über die Scheiben  $T_1 T_1$  und  $T_2 T_2$  gespannt sind. Die beiden ersteren sitzen fest auf der Axe  $xx$ , während die letzteren durch Hohlcylinder mit anderen Scheiben verbunden sind, die in den festen Lagern  $RR$  ruhen. Versteift sind die Scheiben  $T_2 T_2$  gegen einander durch Leisten, die in die äussere Wicklung an einigen Stellen eingelegt und durch Schrauben ( $\sigma\sigma$ ) an den verstärkten Rändern jener Scheiben befestigt sind. Auch die inneren Scheiben  $T_1 T_1$  können nötigenfalls durch Streben ( $L$ ) gegen einander versteift werden.



Die Spulen der inneren Wicklung sind an den Stellen  $J$  unmittelbar in Gemässheit der Hefnerschen Regel mit einander verbunden, von jeder solchen Verbindungsstelle geht ein Draht nach dem entsprechenden Segment des Kollektors  $s$ . Jede der beiden Wicklungen besteht aus 24 Spulen, deren Windungen auf zwei Lagen verteilt sind; die Spulen der inneren Wicklung haben je sechs Windungen 0,6 mm dicken Drahtes, die der äusseren je acht von 0,5 mm dicken Draht. Bei 4320 Umdrehungen in der Minute erzeugte das erste angefertigte Modell in der inneren, kurz geschlossenen Wicklung zwar nur einen Strom, der ein Viertel von der Stärke des induzierenden Stromes besass; allein der Erfinder berechnet, dass eine auf den  $5\frac{1}{2}$ fachen Betrag gegenüber dem Modell vergrösserte Maschine, ohne dabei exorbitante Dimensionen anzunehmen, eine stärkere Arbeitsleistung aufweisen als eine mit ihr zu vergleichende Eisenmaschine, ein ganz erheblich geringeres Gewicht haben und von grösserer Einfachheit sein werde.

Im Verlauf seines Vortrages vor dem Elektrotechnischen Verein am 27. November 1894 (*E. T. Z. 1894, Heft 51*) wendet sich Herr Pietzker gegen der Begriff „Permeabilität“, der ihm in der gewöhnlich ihm gegebenen Auslegung unhaltbar zu sein scheint, aber bei seiner Maschine keine Rolle spiele und er schliesst sich an die alte Auffassung an, nach der der Dynamoprozess nur dadurch zustande komme, dass die vom Strom magnetisierten Feldmagnete den Anker magnetisieren, der seinerseits magnetisierend auf die Ankerwicklung wirkt; die Feldmagnete seien also nur Mittel zu dem Zweck, den Anker zu magnetisieren. Das Versuchsmodell geht nicht von selbst an, es muss ihm zur Einleitung des Prozesses auf kurze Zeit Strom zugeführt werden; der Erfinder hofft aber, dass eine in grösserem Maassstabe angeführte Maschine auch „angehen“, d. h. sich selbst erregen und so wirklich eine dynamoelektrische Maschine sein werde.

W. Weiler.

### Neu erschienene Bücher und Schriften.

**Gesammelte Werke** von Heinrich Hertz. Band III: Die Prinzipien der Mechanik in neuem Zusammenhange dargestellt. Herausgegeben von Ph. Lenard. Mit einem Vorworte von H. v. Helmholtz. Leipzig, Joh. Ambr. Barth (A. Meiner), 1894. XXIX u. 307 S. M. 9,—, geb. M. 10,15.

Den Lesern dieser Zeitschrift ist durch das im *Jahrg. VIII S. 22* abgedruckte Vorwort von H. v. Helmholtz bereits eine Vorstellung davon gegeben, was sie von diesem Buche zu erwarten haben. Es sei daher hier nur kurz darauf hingewiesen, dass der Verfasser eine am nächsten an Gustav Kirchhoff anschliessende neue Grundlegung der Mechanik darbietet, in der nur Raum, Zeit und Masse als unabhängige Grundbegriffe auftreten. Eine allgemeine Einleitung des Verfassers orientiert in genialster Darstellung über das Verhältnis dieser Mechanik zu der älteren, wie auch zu den neueren Bestrebungen, die Energie an Stelle der Kraft als Grundbegriff in die Mechanik einzuführen. Der Inhalt zerfällt in Buch I: Zur Geometrie und Kinematik der materiellen Systeme, und in Buch II: Mechanik der materiellen Systeme. P.

**Lehrbuch der Experimentalphysik** von Dr. E. v. Lommel. Prof. der Physik an der Universität München. Mit 430 Figuren im Text. Zweite Auflage. Leipzig, Joh. Ambr. Barth (Arthur Meiner), 1895. XI u. 550 S. geh. M. 6,40, geb. M. 7,20.

Die erste Auflage ist in dieser Zeitschr. *VII 39* besprochen; die vorliegende ist davon nur wenig verschieden, namentlich ist im Text die Schulorthographie durchgeführt. P.

**Vorlesungen über Maxwells Theorie der Elektrizität und des Lichtes** von Dr. Ludwig Boltzmann, Professor der theoretischen Physik an der Universität München. II. Teil. Verhältnis zur Fernwirkungstheorie; specielle Fälle der Elektrostatik, stationären Strömung und Induktion. Leipzig, Joh. Ambr. Barth (Arthur Meiner), 1894. VIII u. 166 S. M. 5,—.

Der zweite Teil der Vorlesungen verfolgt hauptsächlich den Zweck, den alten Vorstellungen der Fernwirkungslehre ihren Platz in der Maxwell'schen Theorie anzuweisen und die ihnen hier zukommende bestimmte Bedeutung scharf abzugrenzen. Auf verhältnismässig geringem Raume wird diese schwierige Arbeit meisterhaft durchgeführt. In allzugrosser Bescheidenheit will Boltzmann nur für einen Ausleger Maxwells gelten; aber Mit- und Nachwelt werden ihm seinen Platz nicht unter den Kärnern sondern unter den Königen anweisen. Der dieser Anzeige zur Verfügung stehende Raum gestattet leider nicht, den eigenartigen Gang von Boltzmanns Entwicklungen mit ihren vielfach verschlungenen Seitenwegen darzulegen, oder auf Einzelheiten wie z. B. die Ableitung und Verwertung des Begriffs der aphoten Bewegung und die Würdigung der Verfahren und Leistungen von Kirchhoff, Helmholtz und Hertz einzugehen. Jedem Physiker, der vor der Bezeichnungsweise der höheren Analysis keine unüberwindliche Abneigung besitzt, ist dringend zu raten, das Buch zu lesen, nicht einmal sondern mehrmals, und er wird sicher bei der wiederholten Durcharbeitung jenen köstlichen Genuss empfinden, den stets die Vertiefung in ein wahres Kunstwerk bereitet. Boltzmann ist ein fürsorglicher Schriftsteller, der seinen Lesern die Arbeit nach Kräften zu erleichtern sucht. Er ergänzt nicht nur im ersten Anhang des Buches die Litteraturübersicht des ersten Teils, sondern giebt auch noch in dem zweiten Anhang, welcher den wärmsten Dank verdient, auf zwei Tafeln, die man natürlich beim Binden nicht mit einheften lassen darf, eine Zusammenstellung aller numerierten Formeln unter Beifügung der Seitenzahl zur leichteren Auffindung. Sehr zu bedauern ist, dass im zweiten Teil die Marginalien weggelassen worden sind mit der Begründung: „Dazu sind wir Deutschen zu arm“. Diese Wegweiser sind nicht bloss ein „Schmuck“, sondern erleichtern wesentlich die Durcharbeitung des ersten Teiles. Hoffentlich verwirklicht Boltzmann recht bald in einem dritten Teil sein Ideal, alle besonderen Beispiele so ausführlich wie in der alten Theorie zu behandeln. Die in dem vorliegenden Teile enthaltenen Proben, wie z. B. die Elektrizitätsverteilung auf zwei leitenden Kugeln, das Problem des Condensators von endlicher Plattendicke u. s. w., sind so trefflich, dass die verheissene Gabe allerwärts mit Spannung und Ungeduld erwartet werden wird.

Hahn-Machenheimer.

**Die Wärme**, betrachtet als eine Art der Bewegung von John Tyndall. Autorisierte deutsche Ausgabe bearbeitet von Anna v. Helmholtz und Clara Wiedemann nach der 8. Auflage des Originals. Mit 125 Holzstichen und einer Tafel. Vierte vermehrte Auflage. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn, 1894. XXXIII u. 718 S. M. 12,—.

Die neue Auflage des mit Recht geschätzten Werkes ist um eine Vorlesung vermehrt, die sich ausschliesslich mit Robert Mayer und dessen Würdigung beschäftigt. Tyndall hat

sich bekanntlich seit 1862 um die Anerkennung der Verdienste Mayers bemüht. Er bietet hier eine ausführliche Übersicht des Inhaltes von Mayers Schriften und verweilt besonders bei der Theorie der Sonnenwärme, in der Mayer mit späteren Ergebnissen William Thomsons zusammentrifft. „Ich wollte zeigen, wie weit einem Manne von natürlichem mathematischen Genie, der im Schoosse der mathematischen Fragen gross geworden ist, der überdies die Theorie der Wärme zu seinem frühesten und speziellsten Studium gemacht hatte, ein unbekannter Heilbronner Arzt in diesen grossen hier besprochenen Fragen zuvorkam.“ . . . „Genie lag in Mayers Organisation, und nur wenn wir die Möglichkeit, die ihm zum Arbeiten geboten war, mit seinen Leistungen — seine mangelhafte Ausbildung mit seiner instinktiven und überwältigenden Kraft, die Erscheinungen zu ergreifen — vergleichen, enthüllt sich uns die wahre Grösse seines Genies.“ Nach der Verunglimpfung, die das Andenken Robert Mayers noch kürzlich durch H. v. Treitschke (im 5. Bande seiner deutschen Geschichte) erfahren hat, ist es wohl angebracht, diese Wertschätzung hervorzuheben, die einem der grössten unter Deutschlands Söhnen von einem Fremden erwiesen worden ist.

P.

**Die Haupt- und Brennpunkte eines Linsen-Systems.** Elementare Darstellung der durch Möbius, Gauss und Bessel begründeten Theorie. Von Dr. C. Neumann. Mit Figuren im Text. 2. Auflage. 42 S. Leipzig, B. G. Teubner, 1893. Preis M. 1,20.

Die vorliegende Schrift enthält eine Zusammenfassung der einschlägigen Arbeiten von Möbius, Gauss, Bessel, Moser und Listing. Die vorausgesetzten mathematischen Kenntnisse gehen über die ebene Trigonometrie nicht hinaus. „Die in Anwendung gebrachten elementaren Methoden sind zur Entwicklung der Theorie nicht nur ausreichend, sie machen auch die Entwicklung Schritt für Schritt der unmittelbaren Anschauung zugänglich.“ Letzteres ist für C. Neumann die Hauptveranlassung der Veröffentlichung gewesen. Bei der verdienstlichen, sehr empfehlenswerten Arbeit ist es zu verwundern, dass erst nach 27 Jahren die Notwendigkeit einer 2. Auflage hervorgetreten ist. Der Grund liegt vielleicht darin, dass der abgekürzte Titel manchem weniger zu versprechen schien, als die kleine Schrift thatsächlich bietet. Ihr gebührt ein Platz in der Primanerbibliothek. Es werden sich überall einzelne Schüler finden, deren lebendiges Interesse sie bei dem Studium einer Schrift wie der vorliegenden festhält. Sie wird ihnen mit ihrer elementaren Klarheit auch ein Muster in der Form der Darstellung sein.

R. Heyne.

**Lehrbuch der Physik** für Gymnasien, Realgymnasien, Oberrealschulen und andere höhere Bildungsanstalten. Von Dr. Jacob Heussi. Sechste Auflage, neu bearbeitet von Dr. A. Leiber, Professor am König Wilhelms-Gymnasium zu Magdeburg. Mit 422 in den Text gedruckten Abbildungen. Braunschweig, O. Salle, 1894. Preis geh. M. 5,—.

Das vorliegende Lehrbuch hat in fünfter Auflage bereits eine Besprechung in dieser Zeitschrift (IV 266) gefunden. Was dort über die Verwendbarkeit des Buches gesagt ist, kann für die neue Auflage wiederholt werden: es wird infolge seiner umfassenden und dabei übersichtlichen Darstellung des Lehrstoffes der im Titel genannten Schulen noch weiter „seine Dienste leisten können.“ Da aber eine Neubearbeitung vorliegt, so müssen wir doch etwas näher an einige Einzelheiten des Werkchens, insbesondere an die Neuerungen herantreten. Soweit es sich um beschreibende Darstellungen von Naturerscheinungen handelt, wie z. B. in den Abschnitten über Meteorologie, über Erdmagnetismus, über sphärische Astronomie ist nichts Wesentliches zu bemängeln. Auch die Beschreibungen von Apparaten sind im ganzen in angemessenem Tone gehalten. Die Erklärungen dagegen sind, abgesehen von ein paar sachlichen Fehlern, in logischer und methodischer Beziehung manchmal mangelhaft. In der Mechanik (im § 33) stossen wir z. B. auf den Satz: „Wenn eine Masse  $M$  unter der Wirkung der constanten Kraft  $K$  den Weg  $s$  durchlaufen hat, so hat sie die Arbeit  $Ks$  geleistet, sie hat aber gleichzeitig (?) wenn keine andere Kraft sie in ihrer Bewegung hinderte, die Geschwindigkeit  $v$  erlangt.“ Hiernach soll zunächst eine Masse Arbeit leisten, während im § 31 gelehrt wurde, dass eine Kraft Arbeit leistet. Die Masse soll unter der Wirkung der Kraft  $K$  den Weg  $s$  durchlaufen und die Arbeit  $Ks$  leisten, oder wie wir jetzt sehen: Die Kraft  $K$  soll die Arbeit  $Ks$  leisten. Das geschieht nach § 31 nur, wenn eine  $K$  entgegen gerichtete Kraft  $K' = K$  zu überwinden ist; also die Kraft  $K$  leistet gegen  $K'$  die Arbeit  $K's = Ks$ . Nun soll aber gleichzeitig keine andere Kraft die Masse  $M$  in ihrer Bewegung hindern, damit sie die Geschwindigkeit  $v$  erlange. Das geht nicht;  $K'$  kann nicht da sein und gleichzeitig nicht da sein. Es muss vielmehr durch die Kraft  $K$  einmal  $K'$  überwinden, das anderemal die Geschwindigkeit der Masse  $M$  von Null bis  $v$  gesteigert werden; die im zweiten Falle erzeugte lebendige Kraft ist das Äquivalent für die im ersten Falle gegen  $K'$  geleistete Arbeit. Wenn es weiter heisst: „Wir werden nun auch sagen können, wenn eine

Masse  $M$  die Geschwindigkeit  $v$  erlangt hat, so ist sie instande eine Arbeit zu leisten,“ so ist das wieder nicht richtig. Zunächst braucht die Masse die Geschwindigkeit nicht „erlangt“ zu haben, und dann folgt aus der Transformierbarkeit der Arbeit noch nicht von selbst die Transformierbarkeit der lebendigen Kraft. Vielmehr lehrt erst die Betrachtung eines neuen Falles, nämlich einer gleichmässig verzögerten Bewegung, dass eine mit der Geschwindigkeit  $v$  sich bewegende Masse  $M$ , ohne dass eine Kraft  $K$  auf sie wirkte, einen Widerstand  $K'$  überwinden, d. h.  $K'$  entgegen sich verschieben kann, wobei aber eine Abnahme ihrer Geschwindigkeit zu bemerken ist, so dass sie am Ende der Strecke  $s$  mit der Geschwindigkeit Null ankommt. Die bewegte Masse kann also unter Einbüßung ihrer lebendigen Kraft gegen  $K'$  Arbeit leisten und diese Arbeit ist der verschwundenen lebendigen Kraft äquivalent. — Noch einen Satz dieses Paragraphen haben wir zu beanstanden: „Die Arbeitsfähigkeit eines Körpers folgt entweder aus der Bewegung, bezüglich aus der lebendigen Kraft, die derselbe infolge der Wirkung einer Kraft erlangt hat, oder aus seiner Lage.“ Um was die erste Hälfte des Satzes zu viel Worte aufweist, wie aus dem eben Gesagten hervorgeht, um das enthält die zweite Hälfte zu wenig. Aus der Lage eines Körpers schlechtweg d. h. aus den geometrischen Beziehungen desselben zu anderen Körpern folgt gar nichts für seine Arbeitsfähigkeit; diese wird nur bedingt durch die Lage des Körpers in einem bestimmten Kraftfeld. Eine Verschiebung eines schweren, elektrischen, magnetischen . . . Körpers in einem Gravitations-, elektrischen, magnetischen . . . Felde ist notwendig verbunden mit einer Arbeit fremder Kräfte oder der bewegten Masse gegen die Feldkräfte oder mit einer Arbeit der Feldkräfte gegen fremde Kräfte oder gegen die Trägheit der bewegten Masse. Die Kürze der Ausdrucksweise, wie sie die Autoritäten der Naturwissenschaften lieben, sollte in Lehrbüchern zu Gunsten der Vermeidung von Missverständnissen aufgegeben werden; dann könnten solche Erörterungen, wie die hier gerügten, nicht so leicht vorkommen. — Die Ungenauigkeit bei den Grundbegriffen Arbeit, lebendige Kraft etc. zeigt sich übrigens in der Elektrizitätslehre wieder. Im § 374 z. B. leistet wieder eine Masse Arbeit. — Als Muster einer Stilisierung, wie sie nicht sein darf, mag noch der „Satz von der Erhaltung der Energie“ angeführt werden: er lautet: „Wenn auf denselben Körper dieselbe Kraft wirkt, so ist die Summe der kinetischen Energien gleich der Summe der potentiellen Energien.“ (!)

Auch der Potentialbegriff ist nicht präzise definiert, nicht einmal ganz klar erläutert. Abgesehen davon, dass das Gravitationspotential statt in der Mechanik in der Lehre von den magnetischen Erscheinungen behandelt ist, wird im § 375 das „Potential einer magnetischen Masseneinheit in einem bestimmten Punkte“ definiert als „Arbeit, die erforderlich ist, um die positive Einheit aus unendlicher Ferne bis zu dem Punkte zu bringen.“ Die so definierte Arbeit ist aber das Maass des Potentials in einem gegebenen Punkte jedes beliebigen magnetischen Feldes, auch wenn die Feldkräfte nicht von einer magnetischen Einheit ausgehen. — Das elektrische Potential erfährt in § 404 die gewöhnliche Definition als Arbeit („gegen die Kräfte des elektrischen Feldes“ sollte in Elementarbüchern stets ausdrücklich erwähnt sein). In § 412 heisst es dann: „Ist einem Pole eines galvanischen Elementes ein gewisses Potential der Elektrizität mitgeteilt worden,“ etc. Diese Redewendung fordert zu den Fragen heraus: Ist das „Potential der Elektrizität etwas anderes als das „elektrische Potential“? Wenn nicht, wie teilt man einem Pole oder allgemein einem Leiter eine gewisse Arbeit „mit“, die an einer positiven Ladungseinheit geleistet werden muss? Auch die allgemein übliche Ausdrucksweise, die auch z. B. im § 410 angewendet wird, es erfolge z. B. in einem Leiter, der in einem elektrischen Felde sich befindet, eine Bewegung positiver Ladung von Stellen höheren zu denen niedrigeren Potentials“ lässt sich nicht ungezwungen mit dem im § 404 definierten Begriffe des elektrischen Potentials in Einklang bringen. Die Lehrbücher, die, wie schon oben erwähnt, wenigstens bei der ersten Einführung neuer Begriffe auf abgekürzte technische Bezeichnungen im Interesse der Verständlichkeit werden verzichten und diese Bezeichnungen später erst als solche ausdrücklich werden einführen müssen, sollten den Begriff des Potentials allgemeiner auffassen und jene Arbeit nur für das Maass des Potentials ausgeben; dann wird auch das, was man als Elektrizitätsgrad der Erfahrung entnimmt, besser mit dem, was die mechanische Betrachtung der elektrischen Erscheinungen durch das Potential charakterisiert, identifiziert werden können.

Nun die elektromotorische Kraft, dieses Schmerzenskind aller Lehrbücher! Sie ist im § 405 „die Kraft, welche die Bewegung (sc. der elektrischen Massen bei Verschiedenheit des Potentials an zwei Stellen der Leitung) hervorruft,“ im § 409 ist sie „die Kraft, welche die bisher vereinigten Elektrizitäten trennt; nach § 410 „erzeugt (!) sie immer wieder neue Elektrizitäten;“ dem § 411 nach ist sie „die Potentialdifferenz bei der Berührung zweier Glieder der

Spannungsreihe: nach § 412 endlich ist sie (wenn wir den recht unklar stilisierten Satz recht verstehen) „in Wirklichkeit eine Arbeit, nämlich die, welche von der elektrischen Kraft (?) geleistet wird, wenn die Einheit der positiven Elektrizität von einem Punkte des positiven Pols durch den Schliessungsbogen zu einem des negativen übergeht“. Dass bei solcher Ungenauigkeit in der Bestimmung eines der wichtigsten Grundbegriffe der Elektrizitätslehre vieles schwanken muss, ist selbstverständlich. Ohms Gesetz insbesondere erscheint durchaus nicht so begründet, dass es ohne specielle Anweisungen in jedem Einzelfalle sicher sich anwenden liesse. In der Lehre von den Induktionsströmen ist von einer elektromotorischen Kraft nicht die Rede, und doch ist nur mit Berücksichtigung auch der dortigen Verhältnisse eine klare Vorstellung dieses Begriffes zu gewinnen, sowie dort das absolute Maass für die „elektromotorische Kraft“ benannte Grösse zu finden ist. Dass aber die inducierte elektromotorische Kraft nicht streng geschieden ist vom inducierten elektrischen Strom hat einige Unklarheiten zur Folge betreffs „Spannung“ und „Stärke“ der Induktionsströme. So wird z. B. der Schüler durch die Eingangsworte des § 438: „Wegen der hohen Spannung der Induktionsströme“ etc. leicht zu der irrigen Ansicht geführt, Induktionsströme könnten nicht bei niedriger Spannung vorkommen. Nimmt man noch dazu den zu allgemein gehaltenen Satz aus § 410: „Wegen der geringen Spannung der galvanischen Elektrizität etc.“, so wird diese Meinung ergänzt, und es wird da ein Gegensatz wieder vorgeführt, welchen die Forschung immer mehr und mehr zu heben getrachtet und dormalen vollständig beiseite geschafft hat. Auch der § 441 leidet an Ungenauigkeiten, deren Quelle wir in dem besagten Mangel suchen möchten. —

Wir sind gerade auf die eben besprochenen Schwächen des Buches genauer eingegangen, weil dieselben allgemeineres Interesse für die Leser dieser Zeitschrift haben, insofern dormalen viele Versuche gemacht werden, in elementaren Lehrbüchern dem modernen Stand der Elektrizitätslehre gerecht zu werden. Auch von methodischem Standpunkt aus hätten wir noch manche Einwendungen zu machen. In manchem Abschnitte wird Dogma an Dogma gereiht oder es werden die Worte: hieraus folgt, daher und dgl. verwendet, wo sie nicht am Platze sind. Wir begnügen uns mit dem Hinweis auf die versuchte Ableitung des Ohmschen Gesetzes.

Während so die Elektrizitätslehre als „sehr verbesserungsbedürftig“ erscheint und die Mechanik noch der Feile bedarf, kann von den übrigen Abschnitten namentlich die Optik als recht vollständig und bis auf kleine Details richtig und zweckmässig bearbeitet bezeichnet werden. Zu beachten wäre, dass der Ausdruck Interferenz im Buche nicht ordentlich definiert und schwankend gebraucht wird, und dass im § 201 „die natürliche Dichtigkeit der Sonnenstrahlen“ und deren „Erwärmung zu 40° C.“ unverständliche Wendungen. Ein paar sachliche Fehler sind uns noch aufgefallen. Zu S. 419 ist zu bemerken, dass nach Buff Gold und Platin bei Berührung mit verdünnter Schwefelsäure positiv elektrisch werden; der dort angeführte allgemeine Satz ist also falsch. — Nicht der Davysche Lichtbogen giebt „mehr Licht als das Drummondsche Kalklicht“ (S. 431), sondern die weissglühenden Kohlenspitzen leuchten so intensiv. — Die Siemenssche Dynamomaschine hat nicht einen Ring- (S. 466), sondern einen Trommelanker. — In der Spule eines Telephons befindet sich nicht ein Ende des Stahlmagnets, sondern aus leicht begreiflichen Gründen ein weicher Eisenkern, hinter dem erst der Magnetpol liegt (Fig. 411). — Die Bedeutung der Wechselstrommaschinen (§ 441) ist nicht richtig angegeben; dieselbe liegt vornehmlich in der leichten Transformierbarkeit der durch sie gelieferten Wechselströme. Schliesslich scheint uns in der Festigkeitslehre und in der Akustik zu häufig von der Freiheit Gebrauch gemacht, Formeln ohne Ableitung hinzuschreiben und zu verwenden.

Die Ausstattung des Buches ist von jener anderer Bücher gleicher Art überholt. Da wir an Illustrationen vorzügliche Vorlagen z. B. in den Werken des Viewegschen Verlages haben, scheint uns Originalität in dieser Richtung nicht anstrebenswert. *Dr. Eduard Weiss, Wien.*

**Der praktische Elektriker.** Populäre Anleitung zur Selbstanfertigung elektrischer Apparate und zur Anstellung zugehöriger Versuche nebst Schlussfolgerungen, Regeln und Gesetzen. Mit 350 in den Text gedruckten Abbildungen. Von Professor W. Weiler. Zweite vermehrte und verbesserte Auflage. Leipzig, Moritz Schäfer, 1895. 511 S. Preis M. 8.—.

Der ersten 1891 erschienenen Auflage (s. diese Zeitschrift VI 105) ist schnell die zweite gefolgt, ein Beweis, dass das nützliche Buch vielen Anklang gefunden hat. Die Zahl der Apparatsbeschreibungen ist nur mässig vermehrt, dagegen sind die Versuche mit mehr Zahlenbeispielen belegt und mehreren Einrichtungen Kostenanschläge beigegeben worden. Das Kapitel über Apparate zur Spannungselektrizität ist ausgefallen. Die Figuren, welche früher auf besonderen Tafeln beigegeben waren, sind dem Text eingefügt und beträchtlich vermehrt worden. Dem

eingehenden Inhaltsverzeichnis ist ein umfangreiches Namen- und Sachregister an die Seite gestellt worden. Die Fülle der Erfahrung, welche in dem Buche niedergelegt ist, macht dasselbe zu einem trefflichen Ratgeber auch für solche, welche sich nicht mit der Selbstanfertigung von Apparaten befassen wollen. Dahin gehört z. B. die Anweisung über die Behandlung der Akkumulatoren. Sehr erwünscht werden vielen auch die Angaben sein über die bei gegebener Stromstärke wegen der Erwärmung zu wählenden Dicken der blanken oder in verschiedener Weise umhüllten Leiter, sowohl wenn dieselben in freier Luft ausgespannt sind, als auch bei der Verarbeitung zu Elektromagnetrollen, ebenso die Tabelle über Widerstände von Eisendrähten, Kohlestäben und Nickelindrähten (zur Anfertigung von Stromregulatoren) mit Angabe der zulässigen Beanspruchung in Ampère und die Regeln über die Konstruktion der Elektromagnete. Die Ausstattung des Buches ist sehr gut. Die Anschaffung für die Sekundar- und Primarbibliothek ist zu empfehlen.

R. Heyne.

**Im Reiche des Geistes.** Illustrierte Geschichte der Wissenschaften, anschaulich dargestellt von Karl Faulmann, k. k. Professor. Mit 13 Tafeln, 30 Beilagen und 200 Textabbildungen. XVI u. 941 S. M. 15,— oder fl. 9,—.

Das Werk liefert mit der Geschichte der Wissenschaften zugleich eine illustrierte Kulturgeschichte, da neben den Wissenschaften im engeren Sinne auch Unterricht und Rechtspflege, Land- und Forstwirtschaft, Sozialpolitik und Gefängniswesen in den Kreis der Darstellung gezogen sind. Es ist durch eine grosse Zahl vortrefflicher Nachbildungen von Holzschnitten und Kupferstichen älterer Werke, nach dem Muster einer bekannten illustrierten Litteraturgeschichte, ausgezeichnet. Von besonderem Interesse sind u. a. die Reproduktionen von Tobias Meyers Mondkarte, von Sömmerrings Abbildung des menschlichen Auges, von K. E. v. Baers Entwicklung des Eies. Die physikalisch-chemischen Abschnitte enthalten dem Umfange des Ganzen entsprechend auf knappem Raum ein reichliches Material in geschickter Auswahl.

P.

**Experimentierkunde.** Anleitung zu physikalischen und chemischen Versuchen in der Volksschule von Dr. Eugen Netoliczka. Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage von Konrad Kraus. Mit 180 Abbildungen. Wien, A. Pichler's Witwe & Sohn, 195 S. M. 2,40.

Die zweite Auflage ist gegen die erste wesentlich vermehrt worden, die Zahl der beschriebenen Versuche ist von 357 auf 598 gestiegen. Die ersten vier Kapitel (26 S.) handeln über Experimente in der Volksschule im allgemeinen, von den nötigsten Werkzeugen und Geräten, von der Aufbewahrung der Apparate und von den gewöhnlichsten Arbeiten. Dann folgt in elf Kapiteln die Anleitung zu den einzelnen Versuchen. Von den 160 Seiten dieses speziellen Teiles kommen 126 auf die Physik und 34 auf die Chemie. Dass viele Versuche nur sehr einfache Hilfsmittel erfordern, gereicht dem Buche zum Vorteil. Auch ist die Anführung manches sehr einfachen Versuches in Rücksicht auf die Zwecke des Buches durchaus berechtigt. Aus derselben Rücksicht hätten die bisweilen drohenden Gefahren noch etwas stärker betont werden können, z. B. beim Experimentieren mit Phosphor. Das Buch ist sehr empfehlenswert. Auch dem Anfänger im Unterricht an neunklassigen Anstalten wird es treffliche Dienste leisten.

R. Heyne.

**Lehrbuch der Physik für den Schul- und Selbstunterricht.** Bearbeitet von K. Fuss und G. Hensold. Mit vielen Übungsaufgaben, einer Spektraltafel und 342 Textabbildungen. 2. verbesserte Auflage. Freiburg i. B., Herder, 1894. XVI u. 446 S. geb. 4,65 M.

Die Vorzüge dieses hauptsächlich für Lehrerbildungsanstalten und Mittelschulen bestimmten Lehrbuches sind bereits in dieser Zeitschrift (V 265) anerkannt worden. Die dort ausgesprochenen Wünsche sind zumeist berücksichtigt; die neue Auflage ist um 10 Seiten gekürzt, die Abbildungen sind um 11 vermehrt worden. In der Anordnung und besonders durch die Art der eingestreuten Aufgaben erinnert es vielfach an die bewährten Sumpfschen Lehrbücher. Von Einzelheiten sei bemerkt: S. 24 stände statt „Pferdearbeit“ besser Pferdestärke; S. 177 ist der Satz „Der Schall entsteht durch die Schwingungen körperlicher Massen; das Licht wird durch die Schwingungen der Moleküle erzeugt“ zu beanstanden. Nach S. 113 wäre Schmiedeeisen leichter als Stahl, nach Landolt und Börnstein's Tabellen ist Schmiedeeisen 7,79 bis 7,85, Stahl 7,6 bis 7,80.

O. Ohmann.

**Leitfaden für den Unterricht im chemischen Laboratorium.** Von F. Dannemann. Hannover, Hahnsche Buchhandlung, 1893. 55 S. Preis M. 1,—.

Zu der Besprechung auf S. 177 sei auf Wunsch des Verfassers berichtend hinzugefügt, dass die Prüfung auf Ammoniumsalze nicht fehlt, sondern bei der Vorprüfung angegeben ist. Böttger.

### Programm-Abhandlungen.

**Die magnetischen Kraftlinien im physikalischen Unterricht.** Von Dr. Wilhelm Velde. 8. Städt. Realschule (Höh. Bürgersch.) zu Berlin, Ostern 1894. Pr. No. 123. 18 S. und 2 Figurentafeln.

Der Verfasser liefert einen Beitrag zur Behandlung der Kraftlinien, der sich in thatsächlicher Beziehung wesentlich innerhalb der von Szymański (vgl. d. Zeitschr. VII 10) dargebotenen experimentellen Darstellung bewegt und am Schlusse einige Andeutungen über die Erklärung der Dynamomaschinen hinzufügt. Die Abhandlung ist als Versuch einer ganz elementaren Behandlung des Gegenstandes von Interesse, doch gelten auch hier die Einwände, die schon bei früherer Gelegenheit (d. Zeitschr. IV 41, V 93) gegen eine ausgedehntere Einbeziehung der Kraftlinientheorie in den Unterricht vorgebracht worden sind. Der Verfasser beruft sich auf Prof. Slaby, der beim Berliner Ferienkurse (1893) sich dahin ausgesprochen habe, die Methode, die in den jetzt gebräuchlichen Lehrbüchern der Physik befolgt werde, sei für die Praxis absolut nicht zu gebrauchen, die Unterrichtsmethode müsse unbedingt geändert werden, da bei jungen Leuten, die ihre in der Schule erworbenen Kenntnisse in der Physik praktisch verwerten wollten, jetzt eine geraume Zeit darauf verwendet werden müsse, ihre bisherigen Anschauungen zu „vernichten“. Man muss gegen solche Forderungen in der That immer wiederholen, dass unsere Schulen keine Fachschulen für Elektrotechniker sind; wer sich diesem Beruf zuwendet, wird sich bei sonst solider physikalischer Grundlage leicht die ihm noch fehlenden Begriffe aneignen, ja es wird für ihn sogar von Vorteil sein, dieselben Thatsachen auch auf die ältere, keineswegs veraltete Weise angesehen zu haben und so vor theoretischer Einseitigkeit bewahrt zu sein. Wenn der Verfasser ferner behauptet, für das wirkliche Verständnis der Grundbegriffe Volt, Ohm, Ampère sei eine eingehende Besprechung der Kraftlinien unerlässlich, so ist dies theoretisch wie historisch unrichtig. Nur wer diese Begriffe lediglich durch die Brille der Kraftlinientheorie sieht und ihre Geschichte ausser Acht lässt, kann eine solche Behauptung aufstellen angesichts der Thatsache, dass die absoluten elektrischen Einheiten, auf die sich jene Maasse gründen, von Weber definiert und experimentell festgelegt worden sind, lange ehe es eine Kraftlinientheorie im heutigen Sinne gab. Gegenüber der Vereinfachung, die aus der Einführung der Kraftlinien sich von vornherein für eine deduktive Behandlung des ganzen Gebietes der Induktionserscheinungen ergibt, erscheint es für den Unterricht von höherem Werte, durch allmähliche Ausdehnung des Thatsachenbereichs bis zur abschliessenden Zusammenfassung durch das Lenzsche Gesetz ein Beispiel induktiver Erkenntnis darzubieten. Wo hinreichende Zeit vorhanden ist, wird dann eine Betrachtung der Erscheinungen unter dem Gesichtspunkte des Kraftfeldes ergänzend hinzutreten können.

P.

**Anwendung des Prinzips der conformen Abbildung auf ein Problem der Elasticität.** Von Robert Amhof. Herzogl. Ernestinum (Realschule) zu Coburg. Ostern 1894. Pr. No. 704. 21 S. u. 2 Taf.

Eine quadratische gerade Säule ist mit der einen Endfläche festgelegt, während an der anderen ein Kräftepaar wirkt, dessen Componenten in der Fläche selbst liegen, so dass das Prisma in seiner Längsrichtung keinen Zug erleidet. Auf die Seiten der Säule wirken keine Kräfte ein, auch der Einfluss der Schwere wird nicht berücksichtigt. Unter Annahme dieser äusseren Bedingungen wird die bereits von St. Venant behandelte einfache Drillung eines quadratischen Stabes von neuem unter Verwendung des Prinzips der conformen Abbildung untersucht. Diese Transformation war zweckentsprechend, da die entsprechende Aufgabe für den Kreiscylinder keine besonderen Schwierigkeiten bietet, und man die Coordinatenbeziehung kennt, die das Quadrat zusammenhängend und in den kleinsten Teilen ähnlich auf den Kreis überträgt. H.

**Schwingungen parabolisch begrenzter Membranen.** Von Ernst Kusch. Victoria-Gymnasium zu Potsdam. Ostern 1894. 30 S.

In Anlehnung an die Arbeit Webers in den *Math. Ann. I* wird für das Problem der Schwingungen einer gespannten Membran, welche von confocalen Parabeln begrenzt wird, die seither noch fehlende Erörterung der transcendenten Gleichungen, die sich aus den Grenzbedingungen ergeben, und im Anschluss daran eine Untersuchung der bei den Schwingungen auftretenden Knotenlinien durchgeführt. Die physikalischen Ergebnisse sind: Die Knotenlinien sind sämtlich Parabeln, welche den Begrenzungsparabeln confocal sind. Je schneller die Membran schwingt, je höher sich der Ton hebt, welchen die Membran erzeugt, desto grösser ist die Anzahl der auftretenden Knotenlinien. H.

**Biometrische Arbeiten.** Die Rotationsdispersion ultraroter Strahlen im Quarz. Von Albert Hupe. Realschule zu Charlottenburg, Progr. Ostern 1894. 48 S. und 1 Tafel.

Der erste Teil der Arbeit giebt einen kritischen Überblick über die Entwicklung, die

Handhabung und die Anwendung der Bolometer. Im zweiten Teil wird das bolometrische Verfahren an einer Untersuchung über die Drehung der Polarisationssebene ultraroter Strahlen in Quarze dargelegt.

H.

## Versammlungen und Vereine.

### 66. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, 24.—30. September 1894. (Schluss.)

Von dem Vortrage des Herrn Professors E. Mach „Über das Prinzip der Vergleichung in der Physik“ geben wir nachstehend einen ausführlichen Auszug<sup>1)</sup>:

Als Kirchhoff vor 20 Jahren die Aufgabe der Mechanik dahin feststellte: „die in der Natur vor sich gehenden Bewegungen vollständig und auf die einfachste Weise zu beschreiben,“ rief er mit diesem Ausspruch allgemeines Staunen hervor, und noch heute erscheinen erkenntnis-kritische Abhandlungen, welche deutlich zeigen, wie schwer man sich mit diesem Standpunkte abfindet. Es war unvermeidlich, dass in den lapidaren Kirchhoffschen Ausdruck nicht manches hineingelegt wurde, was derselbe nicht meinte, und dass andererseits nicht manches darin vermisst wurde, was bisher als ein wesentliches Merkmal der wissenschaftlichen Erkenntnis gegolten hatte. Was soll uns eine blosse Beschreibung? Wo bleibt die Erklärung, die Einsicht in den causalen Zusammenhang?

Um der Beantwortung dieser Frage näher zu kommen, lenkte der Vortragende den Blick auf die Art, wie die Ergebnisse der Wissenschaft zustande kommen: Wir kennen eine einzige Quelle unmittelbarer Offenbarung von naturwissenschaftlichen Thatsachen — unsere Sinne. Aber wenig hätte das zu bedeuten, was der Einzelne allein auf diesem Wege in Erfahrung bringen könnte, wenn nicht die sprachliche Mitteilung hinzuträte. Die Worte der menschlichen Sprache nun sind Namen und Zeichen für allgemein bekannte, gemeinsam beobachtbare und beobachtete Thatsachen. Die Mitteilung einer neuen Thatsache wäre nicht möglich, wenn nicht die Erinnerung stets bereit wäre, solche bekannte Thatsachen, die der neuen ähnlich sind, d. h. in gewissen Merkmalen mit ihr übereinstimmen, zur Vergleichung darzubieten. Die Vergleichung ist daher zugleich das mächtigste innere Lebenselement der Wissenschaft. Auch die Physik lebt und wächst, wie jede andere Wissenschaft, durch Vergleichung.

Das Ergebnis der Vergleichung kann auf verschiedene Weise mitgeteilt werden. In einigen Fällen begnügt sich die Mitteilung mit der Verwendung rein begrifflicher Mittel, sie kann dann eine direkte Beschreibung genannt werden. In anderen Fällen wird ausgesagt, dass sich eine Thatsache A in vielen oder allen Stücken wie eine bereits bekannte Thatsache B verhalte. Dann handelt es sich um eine indirekte Beschreibung, worunter auch das, was wir eine Theorie oder eine theoretische Idee nennen, zu rechnen ist.

Eine der ältesten Theorien dieser Art ist der Fetischismus, der die Gegenstände nach Analogie des menschlichen Willens als beseelt ansieht, und der mit seinen letzten Spuren, mit der Vorstellung von den Kräften, noch in unsere heutige Physik hinüberraagt. Bei fortschreitender Beobachtung der Wärmeerscheinungen drängte sich als theoretische Idee die Annahme eines Stoffes auf, der von einem Körper zum andern übergeht, dessen Gesamtmenge aber constant bleibt. Unter der Leitung dieser Idee hat Black die spezifische Wärme, die Verflüssigungs- und Verdampfungswärme entdeckt. Später hat dieselbe Idee den Fortschritt gehemmt. Aber auch Robert Mayer und Joule, welche die Blacksche Stoffvorstellung endgültig vernichteten, haben dieselbe Stoffvorstellung in abstrakterer Form und modifiziert auf einen viel umfassenderen Gebiet wieder eingeführt: die Summe von Wärme und Arbeit bei Mayer, die Summe der Stromwärme, der Verbrennungswärme des Knallgases, der elektromagnetischen Stromarbeit bei Joule hat selbst substantiellen Charakter. Mayer vertritt die Überzeugung von der Unzerstörbarkeit der Kraft mit der grössten instinktiven Gewalt des Genies, während Joule sich der eingehenden Begründung der neuen Lehre durch wunderbar angelegte und meisterhaft ausgeführte Experimente zuwendet. Bald nimmt auch Helmholtz die Frage in seiner ganz selbständigen und eigenartigen Weise in Angriff. Ihm ist das Prinzip der Energieerhaltung kein a priori einleuchtender Satz. Was folgt, wenn er besteht? In dieser hypothetischen Frageform bewältigt er seinen Stoff.

Das begrifflich Wesentliche der Blackschen Theorie, die Constanz der Summe der Pro-

<sup>1)</sup> Der Wortlaut des Vortrages ist in den Verhandlungen der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte 1894 (1) veröffentlicht.

dukte aus den Massen und den zugehörigen Temperaturänderungen, behielt auch nach Verwerfung der Theorie seinen Wert und kann als direkte Beschreibung der Blackschen Thatsachen angesehen werden. Ebenso bedeutete das Energieprinzip einen Beitrag zur direkten Beschreibung eines umfassenden Gebiets von Thatsachen. Es scheint demnach, als habe allmählich an die Stelle der indirekten die direkte Beschreibung zu treten, welche nichts Unwesentliches mehr enthält und sich lediglich auf die begriffliche Fassung der Thatsachen beschränkt. Aber ohne die Vergleichung würden wir niemals zu diesem Ziel gelangen. Durch ihre Thätigkeit entwickeln sich zunächst die Begriffe der gewöhnlichen Verkehrssprache; mannigfaltiger und zahlreicher werden dann die Vergleichen, umfassender die verglichenen Thatsachengebiete, entsprechend allgemeiner und abstrakter die gewonnenen Begriffe, welche die direkte Beschreibung ermöglichen.

„Erst wird uns der freie Fall der Körper vertraut. Die Begriffe Kraft, Masse, Arbeit werden in geeigneter Modifikation auf die elektrischen und magnetischen Erscheinungen übertragen. Der Wasserstrom soll Fourier das erste anschauliche Bild für den Wärmestrom geliefert haben. Ein besonderer, von Taylor untersuchter Fall der Saitenschwingung erklärt ihm einen besonderen Fall der Wärmeleitung. Ähnlich wie Dan. Bernoulli und Euler die mannigfaltigsten Saitenschwingungen aus Taylorschen Fällen, setzt Fourier die mannigfaltigsten Wärmebewegungen analog aus einfachen Leitungsfällen zusammen, und diese Methode verbreitet sich über die ganze Physik. Ohm bildet seine Vorstellung vom elektrischen Strom jener Fouriers nach. Dieser schliesst sich auch Ficks Theorie der Diffusion an. In analoger Weise entwickelt sich eine Vorstellung vom magnetischen Strom. Alle Arten von stationären Strömungen lassen nun gemeinsame Züge erkennen, und selbst der volle Gleichgewichtszustand in einem ausgedehnten Medium teilt diese Züge mit dem dynamischen Gleichgewichtszustand, der stationären Strömung. So weit abliegende Dinge wie die magnetischen Kraftlinien eines elektrischen Stromes und die Stromlinien eines reibungslosen Flüssigkeitswirbels treten dadurch in ein eigentümliches Ähnlichkeitsverhältnis. Der Begriff Potential, ursprünglich für ein engbegrenztes Gebiet aufgestellt, nimmt eine umfassende Anwendbarkeit an. An sich so unähnliche Dinge wie Druck, Temperatur, elektromotorische Kraft zeigen nun doch eine Übereinstimmung in ihrem Verhältnis zu den daraus in bestimmter Weise abgeleiteten Begriffen: Druckgefälle, Temperaturgefälle, Potentialgefälle und zu den ferner: Flüssigkeits-, Wärme-, elektrische Stromstärke. Eine solche Beziehung von Begriffssystemen, in welcher sowohl die Unähnlichkeit je zweier homologer Begriffe als auch die Übereinstimmung in den logischen Verhältnissen je zweier homologer Begriffspaare zum klaren Bewusstsein kommt, pflegen wir eine Analogie zu nennen. Dieselbe ist ein wirksames Mittel, heterogene Thatsachengebiete durch einheitliche Auffassung zu bewältigen. Es zeigt sich deutlich der Weg, auf dem sich eine allgemeine, alle Gebiete umfassende physikalische Phänomenologie entwickeln wird.“

Bei dem geschilderten Vorgang gewinnen wir den weitreichenden abstrakten Begriff der zur direkten Beschreibung grosser Thatsachengebiete unentbehrlich ist. Aber was ist ein Begriff? Die Definition eines Begriffes, und falls sie geläufig ist, schon der Name des Begriffes, ist „ein Impuls zu einer genau bestimmten, oft complizierten, prüfenden, vergleichenden oder construierenden Thätigkeit, deren nicht sinnliches Ergebnis ein Glied des Begriffsumfanges ist“. Der Begriff ist für den Naturforscher, was die Note für den Klavierspieler. Der geübte Mathematiker oder Physiker liest eine Abhandlung so, wie der Musiker eine Partitur liest. Auch der Physiker und Mathematiker muss eine lange Lehrzeit durchmachen, bevor er die mannigfaltigen feinen Innervationen seiner Muskeln und seiner Phantasie, wenn ich so sagen darf, beherrscht. Trifft er aber nach der nötigen Übung z. B. auf den Begriff „Selbstinduktionscoefficient“, so weiss er sofort, was das Wort von ihm will. „Wohlgeübte Thätigkeiten, die sich aus der Notwendigkeit der Vergleichung und Darstellung der Thatsachen durch einander ergeben haben, sind also der Kern der Begriffe.“

„Es sei nun das Ideal der direkten Beschreibung für ein Thatsachengebiet erreicht. Leistet die Beschreibung alles, was der Forscher verlangen kann? Ich glaube ja! Die Beschreibung ist ein Aufbau von Thatsachen in Gedanken, welcher in den experimentellen Wissenschaften oft die Möglichkeit einer wirklichen Darstellung begründet... Man verlangt von der Wissenschaft, dass sie zu prophezeien verstehe... Sagen wir lieber: Die Wissenschaft hat teilweise vorliegende Thatsachen in Gedanken zu ergänzen. Dies wird durch die Beschreibung ermöglicht, denn diese setzt Abhängigkeit der zu beschreibenden Elemente von einander voraus, da ja sonst nichts zu beschreiben wäre.“

„Man sagt, dass die Beschreibung das Causalitätsbedürfnis unbefriedigt lässt. Wirklich

glaubt man Bewegungen besser zu verstehen, wenn man sich die ziehenden Kräfte vorstellt, und doch leisten die thatsächlichen Beschleunigungen mehr, ohne Überflüssiges einzuführen. Ich hoffe, dass die künftige Naturwissenschaft die Begriffe Ursache und Wirkung, die wohl nicht für mich allein einen starken Zug von Fetischismus haben, ihrer formalen Unklarheit wegen beseitigen wird. Es empfiehlt sich vielmehr, die begrifflichen Bestimmungselemente einer Thatsache als abhängig von einander anzusehen, einfach in dem rein logischen Sinne, wie dies der Mathematiker, etwa der Geometer, thut. Die Kräfte treten uns ja durch Vergleich mit dem Willen näher; vielleicht wird aber der Wille noch klarer durch den Vergleich mit der Massenbeschleunigung.

Fragen wir uns aufs Gewissen, wann uns eine Thatsache klar ist, so müssen wir sagen, dann, wenn wir dieselbe durch recht einfache, uns geläufige Gedankenoperationen, etwa Bildung von Beschleunigungen, geometrische Summation derselben u. s. w., nachbilden können. Diese Anforderung an die Einfachheit ist selbstredend für den Sachkundigen eine andere als für den Anfänger. Ersterem genügt die Beschreibung durch ein System von Differentialgleichungen, während letzterer den allmählichen Aufbau aus Elementargesetzen fordert. Ersterer durchschaut sofort den Zusammenhang beider Darstellungen. Es soll natürlich nicht in Abrede gestellt werden, dass sozusagen der künstlerische Wert sachlich gleichwertiger Beschreibungen ein sehr verschiedener sein kann.“

„Am schwersten werden Fernerstehende zu überzeugen sein, dass die grossen allgemeinen Gesetze der Physik für beliebige Massensysteme, elektrische, magnetische Systeme u. s. w. von Beschreibungen nicht wesentlich verschieden seien. Die Physik befindet sich da vielen Wissenschaften gegenüber in einem leicht darzulegenden Vorteil. . . . Sie zeigt uns ganze grosse Gebiete qualitativ gleichartiger Thatsachen, die sich nur durch die Zahl der gleichen Teile, in welche deren Merkmale zerlegbar sind, also nur quantitativ unterscheiden. Auch wo wir mit Qualitäten (Farben und Tönen) zu thun haben, stehen uns quantitative Merkmale derselben zur Verfügung. Hier ist die Klassifikation eine so einfache Aufgabe, dass sie als solche meist gar nicht zum Bewusstsein kommt, und selbst bei unendlich feinen Abstufungen, bei einem Continuum von Thatsachen, liegt das Zahlensystem im Voraus bereit, beliebig weit zu folgen. Die coordinierten Thatsachen sind hier sehr ähnlich und verwandt, ebenso deren Beschreibungen, welche in einer Bestimmung der Maasszahlen gewisser Merkmale durch jene anderer Merkmale mittels geläufiger Rechnungsoperationen, d. i. Ableitungsprozesse bestehen. Hier kann also das Gemeinsame aller Beschreibungen gefunden, damit eine zusammenfassende Beschreibung oder eine Herstellungsregel für alle Einzelbeschreibungen angegeben werden, die wir eben das Gesetz nennen. Allgemein bekannte Beispiele sind die Formeln für den freien Fall, den Wurf, die Centralbewegung u. s. w. Leistet also die Physik mit ihren Methoden scheinbar so viel mehr als andere Wissenschaften, so müssen wir andererseits bedenken, dass dieselbe in gewissem Sinne auch weitaus einfachere Aufgaben vorfindet.“ . . .

„Denken wir nun an Kirchhoffs Worte zurück, so werden wir uns über deren Bedeutung leicht verständigen. Gebaut kann nicht werden ohne Bausteine, Mörtel, Gerüst und Bauertigkeit. Wohl aber ist der Wunsch wohlbegründet, den fertigen, nun auf sich beruhenden Bau dem künftigen Geschlecht ohne Verunstaltung durch das Gerüst zu zeigen. Es ist der reine logisch-ästhetische Sinn des Mathematikers, der aus Kirchhoff spricht. Seinem Ideal streben neuere Darstellungen der Physik wirklich zu, und dasselbe ist auch uns verständlich. Ein schlechtes didaktisches Kunststück aber wäre es allerdings, wollte man Baumeister bilden, indem man sagt: Sieh hier einen Prachtbau, willst du auch bauen, so gehe hin, und thue desgleichen.“

„Die Schranken zwischen Fach und Fach, welche Arbeitsteilung und Vertiefung ermöglichen, und die uns doch so frostig und philisterhaft anmuten, werden allmählich schwinden. Brücke auf Brücke wird geschlagen. Inhalt und Methoden selbst der abliegenden Fächer treten in Vergleichung. . . . Fördernd für diese Wandlung muss es aber sein, wenn wir uns die innere Verwandtschaft aller Forschung gegenwärtig halten, welche Kirchhoff mit so klassischer Einfachheit zu bezeichnen wusste.“

(P.)

Sektion für Physik. In der Sitzung am 24. September besprach Herr E. Wiedemann die neuen Arbeiten über die Luft- und Ätherschwingungen. Das Detail gedenkt er während des Winters 1895 zu veröffentlichen. In der Debatte wendet sich Herr Boltzmann gegen das mögliche Missverständnis, dass der zweite Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie ungiltig sei; das Missverständnis werde durch eine passende Fassung des Temperaturbegriffs beseitigt.

Darauf wobnte die Abteilung, einer Einladung des Herrn Prof. Stricker folgend, den elektrischen Versuchen des Assistenten des Institutes, Herrn M. Reiner, bei. Gezeigt wurde nach dem Vorgange Strickers, dass sich beim Voltaschen Grundversuche die elektrische Energie an dem Plattenpaare auch dann noch nachweisen lasse, wenn die Platten nicht aus dem unmittelbaren Kontakte gerissen werden, sondern nur bis zu einer gewissen Distanz einander genähert und dann erst rasch entfernt werden, dass also der wirkliche Contact, wenn auch quantitativ von Wichtigkeit, doch nicht das Wesen jener von Volta aufgedeckten Erscheinung ausmache. Weiter demonstrierte Reiner die Methode Strickers, das Potential eines Metalles in Flüssigkeit zu bestimmen. Sie besteht darin, dass die Flüssigkeit durch einen Leiter zweiter Ordnung (bei sorgfältiger Vermeidung jedes metallischen Contactes) mit der Erde verbunden wird, während ein Draht die Verbindung des Metalles mit dem Quadrantenpaare herstellt.

Am 25. September hielt Herr Müller-Erzbach (Bremen) zwei Vorträge: 1. Über das Gesetz der Abnahme der Absorptionskraft bei zunehmender Dicke der absorbierten Schichten. Nach früher veröffentlichten Versuchen des Vortragenden erfolgt die Abnahme nach dem Quadrate der Abstände und dasselbe Gesetz ist auch von anderer Seite für die Molekularanziehung abgeleitet. Weitere Versuche sind in grosser Zahl angestellt und bestätigend ausgefallen. Eine neue Prüfung der Frage nach der Wirkungsweite der Molekularkräfte führte ähnlich wie bei früheren Beobachtungen zu einem Werte von mindestens 1600 Mikromillimeter, bis zu welchem die Adhäsion sich noch wirksam erweist. — 2. Bestimmung der Temperatur durch das Verdunsten von Vierfach-Chlorkohlenstoff. Der Vortragende hat als verdunstende Flüssigkeit Vierfach-Chlorkohlenstoff namentlich auch deshalb geeignet befunden, weil sie erst nahe bei  $-25^{\circ}$  erstarrt. Er empfiehlt seinen Thermointegrator als den bei weitem bequemsten Apparat, um Mitteltemperaturen zu finden.

Herr Hammerl (Innsbruck) demonstrierte ein Modell einer dynamo-elektrischen Maschine, das erlanbt, den Verlauf der Ströme in Grammes Ringinduktor bei Gleichstrom, Wechselstrom, zwei- und dreiphasigen Wechselströmen zu zeigen. Das Modell besteht der Hauptsache nach aus einer feststehenden runden Glasscheibe, die in der Mitte eine Axe für eine bewegliche Glasscheibe trägt. Auf der letzteren können für die verschiedenen Fälle entsprechende Kartonscheiben mit einer Zeichnung des Grammeschen Ringes gelegt werden. Windungen und Kollektoren sind jedoch transparent, so dass durch geeignet ausgeschnittene Kartone, mit denen man die feststehende Glasscheibe bedeckt, bei Beleuchtung von rückwärts Lichtpunkte auftreten, die bei der Drehung der beweglichen Scheibe sich verschieben und auf diese Weise den Verlauf der Ströme direkt sichtbar machen.

Sodann sprach Herr P. Bachmetjew (Sophia): „Über die elektrischen Erdströme Bulgariens.“ Die Messungen wurden mit Zinkelektroden, die in Sandfässer eingesetzt waren, ausgeführt. Es ergab sich ein Parallelismus zwischen Temperaturkurve und Spannungskurve der Erdströme; auch ist die Normalrichtung der Intensitätsmaxima des Erdstroms zum magnetischen Meridian höchst bemerkenswert. Das Maximum der Spannung der elektrischen Ströme bezeichnet Herr Bachmetjew etwa 0,1 Volt. Trotzdem stellt er die Frage: „Existiert der Erdstrom wirklich oder sind die beobachteten Ströme anders zu erklären?“

Herr Klemenčič (Graz) zeigt in seinem Vortrage „Über die Selbstinduktion in Eisendrähten“, wie es ihm beim symmetrischen Arrangement der Wheatstoneschen Brücke gelungen ist, den Einfluss der Selbstinduktion und magnetischen Suszeptibilität in axialer und circularer Richtung streng zu scheiden und zu messen. Er gelangt dabei zu einer Art magnetischer Doppelbrechung und findet seine Versuche mit der Heringschen Theorie des remanenten Magnetismus in Übereinstimmung.

Herr R. Börnstein berichtet „Über luftelektrische Beobachtungen bei Ballonfahrten“, wobei das Potentialgefälle nach oben hin abnahm und in etwa 3000 m Höhe unmessbar klein wurde.

Endlich sprach Herr W. Wien (Berlin) „Über Windstärke und Wellenformen“. Er gab eine Anzahl graphischer Interpretationen aus der Theorie der Flüssigkeitwellen von Helmholtz, wobei er die  $(z + yi)$  Potenz der natürlichen Exponentiellen als Abbildungsfunktion benützte.

In der Sitzung am 26. September führte Herr Tuma in glanzvollen Experimenten „die Voltaschen Versuche mit Strömen von hoher Frequenz“ vor und zwar: 1. Das Impedanzphänomen mit U-förmigem Kupferbügel und zwischen dessen Schenkeln angeschlossenen Glühlampen. 2. Die Induction eines Solenoids auf einen einfachen Drahtkreis. 3. Die Trans-

formation der Teslaschen Ströme auf eine hohe Spannung und den Funkenstrom. 4. Die Ungefährlichkeit des letzteren, indem sich der Experimentator selbst als Zuleitung zu einer Glühlampe einschaltet. 5. Den Funkenstrom auf Gyps. 6. Das Leuchten einpoliger Glühlampen samt Theorie. 7. Leuchtende Röhren ohne Elektroden.

Herr **Sahulka** (Wien) sprach dann über „Neuere Untersuchungen am elektrischen Lichtbogen“. Er teilt mit, dass ein mit Wechselstrom zwischen ungleichartigen Elektroden erzeugter Lichtbogen sich wie die Quelle einer gleichgerichteten elektromotorischen Kraft verhalte; durch Eintauchen von Probestäbchen in den Lichtbogen zeigte er, dass durch eine Tangentenbussole, während im Hauptkreise der undulierende Wechselstrom herrscht, ein Gleichstrom fließt, dessen elektromotorische Kraft etwa mit 38 Volt zwischen den Elektroden fixiert ist. Erzeugt man den Lichtbogen mit Wechselstrom zwischen gleichartigen Elektroden, so besteht zwischen den Elektroden und dem Lichtbogen eine gleichgerichtete Spannungsdifferenz. Aus den Versuchsergebnissen kann man schliessen, dass, wie an dem in den Lichtbogen eingetauchten Probestäbchen, auch an den Elektroden selbst elektromotorische Kräfte auftreten.

In der gemeinschaftlichen Sitzung der physikalischen und chemischen Sektion am 27. September berichtet Herr **Kahlbaum** (Basel) „Über Spannkraftmessungen“, die an Benzolderivaten, entsprechenden Methylketonen, Methylestern und Chloranhydriden, Mono- und Dimethyl- und Äthylanilin angestellt worden sind. — Hierauf hielt Herr **J. M. Eder** (Wien) einen Vortrag „Über ultraviolette Absorptions- und Emissionsspektren“. Derselbe bespricht eine Reihe grösserer Spektraluntersuchungen, welche er in Gemeinschaft mit **E. Valenta** angestellt hat. Hervorzuheben ist besonders, dass beide Genannten ein neues Bandenspektrum des Quecksilbers entdeckt und das Linienspektrum desselben sichergestellt haben. Da das Molekül des Quecksilberdampfes nur aus einem Atome besteht, so ergiebt sich die Unhaltbarkeit der Lockyerschen Theorie der Bandenspektren, welche er dem Molekül zuschreibt; auch Wüllners Theorie wird hiermit hinfällig. Die Bandenspektren sind vielmehr auch an Vibrationen der Atome, respektive deren Ätherhüllen gebunden. Die diesbezüglichen Wellenlängenmessungen und Spektrumphotographien sind in den Denkschriften der Akademie der Wissenschaften in Wien publiziert.

Sodann hielt Herr **Eduard Valenta** einen Vortrag mit Demonstrationen „Über seine Versuche über Photographie in natürlichen Farben nach der Interferenzmethode von Lippmann“. Der Vortragende benutzte eine von ihm hergestellte Bromsilbergelatinemulsion und ein Gemisch von Cyanin und Acridingelb als Sensibilisator. Er weist auf den Umstand hin, dass die Feuchtigkeit der Luft beim Trocknen der Platten auf die richtige Farbwiedergabe sehr bedeutenden Einfluss übe und spricht über die von ihm zuerst nachgewiesene Möglichkeit, solche Bilder mittels Quecksilberchlorid zu verstärken. Der Vortragende hat auch gefunden, dass zwei Bilder eines Spektrums übereinander photographiert unter gewissen Umständen Interferenzstreifen zeigen.

In der Sitzung am 27. September zeigte und erläuterte Herr **Zickler** (Brünn) sein Universal-Elektrodynamometer; sowohl Stromstärken von 0,1 bis 100 Ampère, als Spannungen von 5 bis 600 Volt (durch die Quadratwurzel aus dem Torsionswinkel C), und ausserdem Energien bis 50000 Voltampères (durch die erste Potenz des Torsionswinkels) können damit gemessen werden.

Darauf bespricht Herr **Wittwer** die calorischen Energievorgänge in einem sogenannten „idealen Gas“ und in einem „wirklichen Gase.“

Ferner demonstrierte Herr **Töppler** den Anwesenden „Versuche mit seiner vielplattigen Influenzmaschine.“ Er zeigte mittels Projektion an die Wand des Saales, wie mit dem für seinen Zweck neu construierten ballistischen Elektroskope die Hertz'schen Schwingungen der Elektrizität anschaulich vorgewiesen werden können. Die Reproduktion der Teslaschen Versuche mittels der Influenzmaschine mit 20 Plattenpaaren gestaltete sich nicht so glanzvoll wie bei Anwendung der Wechselstromtransformatoren, ergab aber vielseitig instruktive Versuche. Besonderes Interesse erregte die schmerzlose Durchleuchtung der Finger und der Wangen des Assistenten Töplers.

Darauf wurden von Herrn **Lehmann** (Aachen) „Versuche aus der Molekularphysik“ demonstriert. Dieselben umfassten: Molekulare Umlagerungen bei Protocatechusäure, Quecksilberorthoditoyl  $\alpha$ -naphthylamin-sulfosaurem Natrium, salpetersaurem Ammoniak, essigsaurem und benzoesaurem Cholesteryl; flüssige Krystalle von Azoxyphenetol; künstliche Färbung von Meconsäure- und Salmiakkrystallen; Umwandlung von Salmiak-Mischkrystallen; Elektrolyse von Zinnchlorid; elektrische Diffusion bei Congorot und Tropäolin. Mit und ohne Anwendung

des Nicolschen Prismas wurden die feinen mikroskopischen Vorgänge in den Molekular-  
distanzen beim Anschliessen der Krystalle in vollendeter Schärfe zur Darstellung gebracht und  
objektiv auf mehrere Quadratmeter projiziert. Besonders Interesse erregte die Feststellung der  
sechs Aggregatzustände des salpetersauren Ammoniaks und die Elektrolyse des Wassers.

In der am 28. September mit der geodätischen, der meteorologischen und physiko-  
geographischen Sektion gemeinsam abgehaltenen Sitzung hielt Herr Neumayer einen Vortrag:  
„Über einige neuere Arbeiten über die Theorie des Erdmagnetismus“ und begründete  
einen Antrag behufs Förderung der antarktischen Forschung, der zur Annahme gelangte. Herr  
von Obermayer giebt eine Darstellung der Umstände, unter welchen das Observatorium auf  
dem Sonnblick (3100 m) erbaut wurde und legte die Notwendigkeit einer Fortführung der Beob-  
achtungen in der bisherigen Weise dar. Nachdem von vielen Seiten die Wichtigkeit dieser Beob-  
achtungen bestätigt war, wurden die bezüglichen Thesen des Vortragenden einstimmig angenommen.

In der Schlussitzung der physikalischen Sektion am 28. September hielt Herr O. Simony  
(Wien) einen Vortrag „Über periodische Aufnahmen des Sonnenspektrums vom Gipfel  
des Pik von Teneriffa (3711 m)“. Wenn die Wärmeausstrahlung des Sonnenkörpers perio-  
dischen Änderungen unterworfen ist, so liegt die Frage nahe, ob derartige Änderungen sich  
nicht auch in den Absorptionslinien des Sonnenspektrums ausprägen, falls dasselbe in mehr-  
jährigen Intervallen unter gleichen äusseren Bedingungen möglichst vollständig photographiert  
wird. Die erste, 420 Photogramme umfassende Reihe von derartigen Aufnahmen speziell des  
ultravioletten Sonnenspektrums ist von dem Vortragenden im August 1888 während eines acht-  
zehntägigen Aufenthaltes auf dem Pik de Teyde teils nächst einer Schutzhütte in 3260 m Höhe,  
teils auf dem Schuttfelde des Gipfelkraters mit Hilfe eines nach den Angaben Dr. V. Schumanns  
construirten Spektrographen ausgeführt worden. Es kamen bei Expositionszeiten bis zu drei  
Minuten Spaltbreiten bis 0,004 mm in Anwendung. Die erhaltenen ultravioletten Spektren  
zeigen (A. Cornus' Referat in C. R. CXI 941—947) in einem jenseits der äussersten früher bekannt  
gewordenen Linie U gelegenen Streifen 33 neue Linien, von welchen drei zugleich dem Linien-  
spektrum des Eisens und zwei dem des Magnetismus angehören.

Sodann berichtet Herr Pringsheim (Berlin) über seine mit O. Lummer ausgeführten  
Versuche, das Verhältnis der spezifischen Wärmen der Gase zu bestimmen, indem man bei  
adiabatischer Ausdehnung Anfangs- und Enddruck, Anfangs- und Endtemperatur misst. Es  
wurde die bolometrische Methode benützt und die Temperatur des durch Expansion abgekühlten  
Gases aus der Widerstandsänderung eines 0,6  $\mu$  dünnen Platinstreifens von 10 cm Länge und  
etwa 80 Ohm Widerstand gemessen. Der schädliche Einfluss der Wandstrahlung wurde experi-  
mentell bestimmt. Es wurde erhalten für Luft 1,4015, Sauerstoff 1,3962, Kohlensäure 1,2061 und  
Wasserstoff 1,4084.

In dem nun folgenden Vortrage von Herrn Hagenbach „Über merkwürdige Funken-  
entladungen bei Leydener Flaschen“ zeigte der Vortragende, dass hierbei analoge Er-  
scheinungen auftreten, wie sie beim Wasser-Aspirator vorkommen. In der Diskussion bemerkte  
Herr Wächter, dass die von Hagenbach angegebenen Erscheinungen in der Elektrotechnik zur  
Zündung auf elektrischem Wege verwertet werden.

Es werden hierauf die an die Versuche von Du Bois-Reymond anschliessenden Demon-  
strationen von Herrn J. Kessler, betreffend „den menschlichen Körper als Elektrizitäts-  
quelle und Elektrizitätsleiter“ vorgeführt. Ein Spiegelgalvanometer, dessen Enddrähte mit  
zwei Kupferelektrodengefässen verbunden sind, zeigt Ausschläge, wenn die Hände eines Menschen  
in die mit Kupfervitriollösung von gleicher Concentration gefüllten Gefässe getaucht werden.  
Das Wechseln der Hände in den Elektrodengefässen giebt einen entgegengesetzten Galvano-  
meterausschlag. Dieser sogenannte „Eigenstrom“ Du Bois-Reymonds zeigt sich jedoch nicht  
immer, so dass nur von einem Maximum des Elektrizitätsgrades im Betrage von etwa 1% eines  
Daniells gesprochen werden kann. Der Widerstand des unversehrten Körpers wechselt zwischen  
1000 bis 10000 Ohm je nach der Befeuchtung der Haut.

Den Schluss der Vorträge der physikalischen Sektion bildete die Berichterstattung des  
Herrn Neumayer aus Hamburg „über den Stand der erdmagnetischen Forschung“.

Prof. J. Kessler, Wien.

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

Sitzung am 5. November 1894. Herr O. Ohmann beschreibt die Einrichtung und Her-  
stellung der Bohrkronen und teilt mit, wie man solche für die Schulen am besten erwerben

kann. — Herr P. Szymański zeigt und beschreibt den Jaminschen Interferenzrefraktor, das Lummer-Brodhunsche Prisma zur Herstellung des idealen Fettflecks im Gleichheitsphotometer und das Rochonsche Prisma. — Derselbe legt ein Modell vor zur Erläuterung der Vorgänge bei der Betrachtung der Farben eines Krystallblättchens durch zwei Nicolsche Prismen. — Herr M. Koppe wendet eine von Herrn O. Reichel angegebene zeichnerische Behandlung der sphärischen Trigonometrie auf einige wichtige astronomische Aufgaben an.

*Sitzung am 17. November 1894.* Herr P. Szymański führte die wichtigsten Versuche von Elibu Thomson, Nicola Tesla und F. Himstedt über Ströme hoher Spannung und grosser Wechselzahl vor. Vgl. diese Zeitschr. VIII, 40.

*Sitzung am 3. Dezember 1894.* Herr Th. Schwartz als Gast hielt einen Vortrag über das Zusammensetzungsprincip der lebendigen Kräfte.

*Sitzung am 14. Januar 1895.* Herr R. Heyden berichtete über die Schülerübungen, die er während der letzten  $5\frac{1}{2}$  Jahre in der II O der Luisenstädtischen O. R. abgehalten hat. Er beschrieb eingehender die Einteilung der Schüler in Arbeitsgruppen, die Einrichtung des Arbeitsbuches, die Übungsaufgaben und -Apparate und die Auswertung der Beobachtungsergebnisse und hob den sehr günstigen Einfluss der Schülerübungen auf den übrigen Physikunterricht hervor; jedoch seien die damit verbundenen Anstrengungen für den Lehrer, welcher die Übungen leitet, recht bedeutend. — Derselbe zeigte die Bewegungen, welche schwimmende magnetische Nadeln und Solenotide ohne und mit Magnetkern ausführen, wenn auf sie ein Strom einwirkt, welcher durch eine wagerechte in das Wasser gelegte Spule hindurchgeht. — Derselbe wies nach, dass aufrecht schwimmende magnetisierte Nadeln sich in den Kraftlinien sowohl um wagrechte als lotrechte, von Elektrizität durchflossene Drähte bewegen. — Herr P. Szymański zeigte, wie man auf Grund eines Versuches, der in dem Buche von G. Kopp über Dynamomaschinen beschrieben ist, das Biot-Savartsche Gesetz in einfacher Weise ableiten kann. — Herr R. Heyden führte die Erscheinungen farbiger Schatten mittels Glühlampen vor, die mit Spiegeln versehen und deren Glashüllen gefärbt waren. — Herr R. Heyne machte Mitteilungen über die beabsichtigte Gründung eines Vereins zur Förderung des physikalischen Unterrichts in Wien.

*Sitzung am 27. Januar 1895.* Besichtigung der zweiten Abteilung der technischen Reichsanstalt.

*Sitzung am 11. Februar 1895.* Herr K. Strecker beschrieb die Einrichtung, die Aufstellung und Handhabung einer Drehwage für absolute magnetische Messungen. Nachdem er die Formeln, nach denen die Beobachtungsergebnisse ausgerechnet werden, abgeleitet hatte, führte er eine Messung aus. — Derselbe führte eine einfache Vorrichtung vor, die gestattet, die Wärmeleitfähigkeiten von Metallen mit einander zu vergleichen. Derselbe berichtete über die Versuche von Prece, Rathenau und Rubens über das Telegraphieren ohne Draht (Vgl. diese Zeitschr. VII, 255).

### Mitteilungen aus Werkstätten.

#### Apparat für Skalenablesung durch Projizieren (Lampenablesung an Spiegelinstrumenten).

Aus dem Physikalisch-mechanischen Institut von Dr. M. Th. Edelmann in München.

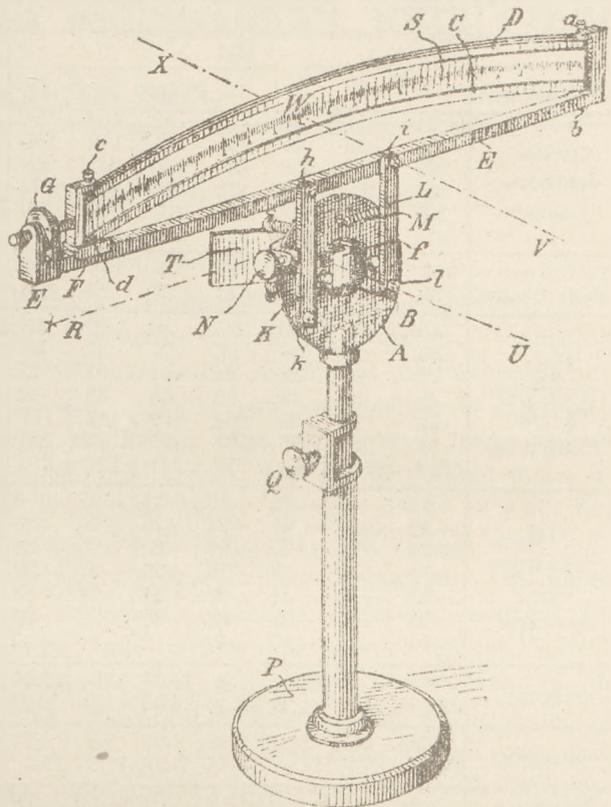
Eine Messingscheibe  $A$  von 120 mm Durchmesser trägt in ihrer Mitte (drehbar wegen Verticalstellens vom Faden  $f$ ) ein Diaphragma  $B$ , über dessen rechteckiger Öffnung sich ein dünner Draht  $f$  spannt; von diesem Draht projiziert sich auf die Skala  $S$  vermittelst Spiegelung ein Bild und man sieht einen schwarzen Strich auf hellem Grunde als Ablesemarke.

Die Skala  $S$  ist in mattgeschliffenes, durchsichtiges Celluloid graviert und an ihrem oberen und unteren Rand noch durch Celluloidstreifen  $CD$  versteift. Sie wird von dem Metallrahmen  $E$  getragen, wo sie am einen Ende zwischen zwei Kernerschrauben  $ab$  gefasst wird. Auf der anderen Seite ergreifen sie ebenso die Kernerschrauben  $cd$ ; diese sitzen jedoch in einem Schlitten  $F$ , der vermittelst der Schraubenmutter  $G$  entlang des Rahmens  $E$  vor- und zurückbewegt werden kann. Durch diese einfache Einrichtung kann man die Skala gerade spannen; man kann sie aber auch durch Nähern der Drehpunkte  $cd$  an  $ab$  erforderlichen Falles in jede beliebige Kreisform biegen, was bei der Lampenablesung ungleich häufiger erforderlich wird, als bei der Fernrohrablesung.

Die Schrauben  $h, i, k, l$  bilden die Drehpunkte für eine Parallelogrammführung, es drehen sich nämlich die beiden gleich langen Hebel  $K, L$  einerseits oben am Skalenträger  $E$  andererseits

unten an der Scheibe *A*. Die Spiralfeder *M*, welche am Hebel *L* angreift, drückt den Hebel *K* beständig gegen die Korrektionsschraube *N*, durch deren Drehung man also die Skala parallel zu sich selbst verschieben und mikromerrisch auf die Ablesemarke einstellen kann. Die grobe Einstellung geschieht durch Verschieben des Fusses *P* und durch Hoch- oder Niedrigstellen in *Q*.

Der Gang des Lichtstrahles ist durch die strichpunktirten Linien angegeben. Das Licht kommt aus einer seitwärts bei *R* aufgestellten Lampe (mit parabolischem Reflektor, hierfür eigens konstruirt und für Gas, Petroleum oder Elektrizität eingerichtet); von der Lampe aus gelangt das Licht auf einen ebenen Spiegel *T*, welcher universal drehbar auf der Rückseite der Scheibe *A* befestigt ist, und geht nun durch das Diaphragma *B* den Weg *TU* zum Drehspiegel z. B. des Galvanometers. Dieser Spiegel ist entweder ein Hohlspiegel, oder, wenn eben, mit vorgesetzter Projektionslinse ausgerüstet, wie bei dem Vorlesungs-Galvanometer (d. Zeitschr. VIII 116). Diese Projektionslinse kann man an Stelle des Planparallelglases in die Spiegelkapsel einschrauben und werden zu diesem Zwecke Linsen von 0,5, 1 und 1,5 m Brennweite verwendet und in Vorrat gehalten. An irgend einem Ort der Skala z. B. in *W* fällt nun der vom Drehspiegel zurückkehrende Lichtstrahl *VW* auf, und der hinter der Skala in *X* befindliche Beobachter kann auch bei nicht verdunkeltem Zimmer den Gang der Lichtmarke auf der Skala scharf beobachten.



zurückkehrende Lichtstrahl *VW* auf, und der hinter der Skala in *X* befindliche Beobachter kann auch bei nicht verdunkeltem Zimmer den Gang der Lichtmarke auf der Skala scharf beobachten.

### Correspondenz.

Zur Abwehr. Herr Dr. Edmund Hoppe hat, nachdem er bereits in dieser Zeitschrift VIII 117 Bemerkungen gegen die von Herrn Dr. E. Mais herrührende Kritik seines Lehrbuches veröffentlicht hat, in einem von ihm versendeten Flugblatte nochmals Herrn Dr. Mais sowie auch die Redaktion der Zeitschrift aufs heftigste angegriffen. Diese Angriffe, die sich durch ihre Maasslosigkeit selber richten, könnten unbeachtet bleiben, wenn nicht Herr H. auch meine Correspondenz mit ihm vor die Öffentlichkeit gezogen und mich in Gegensatz zu dem Herrn Rezensenten zu bringen versucht hätte. Er behauptet, ich habe ihm „mein Bedauern ausgesprochen, dass in meiner Abwesenheit diese Kritik erschienen sei“. Nachdem die Briefstellen, auf die sich Herr H. bezieht, unbefangenen Beurteilern vorgelegen haben, gebe ich im Einvernehmen mit diesen die Erklärung ab, dass jene Behauptung des Herrn H. völlig unbegründet ist. Dieser Thatbestand entspricht durchaus dem Verfahren, das Herr H. auch sonst in der vorliegenden Polemik eingeschlagen hat. Da ferner Herr H. nunmehr auch seine früheren Bemerkungen ohne die von der Redaktion vorgenommenen Kürzungen veröffentlicht hat, so wird sich jeder, der sich die Mühe nehmen will, leicht überzeugen können, dass die Kürzungen der Redaktion fast durchweg nur im Interesse des guten Tones erfolgt sind, und dass Herr H. keine seiner sachlichen Einwendungen beeinträchtigt worden ist.

Der Herr Rezensent, der sich seiner undankbaren Aufgabe mit Gründlichkeit unterzogen hat, bedarf des Schutzes der Redaktion nicht, die nur der Sache zu dienen glaubt, wenn sie sich durch Vorkommnisse dieser Art nicht abhalten lässt, neue Lehrbücher auch in Zukunft einer ausführlichen und gewissenhaften Kritik zu unterwerfen.

F. Poske.

Himmelserscheinungen im Mai und Juni 1895.

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

Monatstag	Mai							Juni						
	1	6	11	16	21	26	31	5	10	15	20	25	30	
Heliocentrische Längen.	24°	54	84	115	142	166	186	204	220	235	249	262	277	☉ ♃ ♄ ♁ ♂
	131	139	147	155	164	172	180	188	196	204	212	220	228	
	221	226	230	235	240	245	250	254	259	264	269	274	278	
	126	128	130	133	135	137	139	141	143	146	148	150	152	
	102	102	103	103	104	104	105	105	106	106	106	107	107	
	214	214	214	214	215	215	215	215	216	216	216	216	216	
Aufst. Knoten.	349°	319	349	349	348	348	348	348	347	347	347	347	346	☉
Mittl. Länge.	124	190	256	321	28	94	159	225	281	337	63	129	195	☉
Geocentrische Rectascensionen.	125°	191	260	325	20	90	163	76	297	354	53	132	197	☉ ♃ ♄ ♁ ♂
	35	45	56	66	77	86	93	99	103	105	105	104	101	
	75	81	88	94	101	107	113	119	125	131	136	141	146	
	38	43	48	53	58	63	68	73	78	84	89	94	99	
	96	99	103	106	109	112	116	119	122	126	129	131	135	
	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	105	106	107	
	212	212	211	211	211	210	210	210	210	210	209	209	209	
Geocentrische Declinationen.	+24°	-7	-28	-16	+11	+28	+8	-22	-25	-2	+24	+21	-10	☉ ♃ ♄ ♁ ♂
	+13	+17	+21	+24	+25	+26	+25	+25	+23	+22	+21	+20	+19	
	+24	+25	+25	+26	+25	+25	+24	+23	+22	+20	+19	+17	+15	
	+15	+17	+18	+19	+20	+21	+22	+23	+23	+23	+23	+23	+23	
	+25	+25	21	+24	+24	+23	+23	+22	+21	+21	+20	+19	+18	
	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	
	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-9	-9	-9	-9	-9	-9	
Aufgang.	16 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup>	16.20	16.11	16.3	15.56	15.50	15.46	15.42	15.40	15.39	15.39	15.40	15.43	☉
	22 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup>	4.41	11.33	13.45	14.33	17.38	23.33*	6.43	11.19	12.19	13.36	19.47	1.38	☉
Untergang.	7 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup>	7.32	7.40	7.48	7.56	8.3	8.9	8.14	8.19	8.22	8.24	8.24	8.24	☉
	14 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup>	15.17	17.40	23.44	4.38	11.6	13.3	14.14	18.57	1.3**	6.22	10.41	11.44	☉
Zeitglchg.	-3 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup>	-3.31	-3.48	-3.51	-3.39	-3.13	-2.36	-1.15	-0.53	+0.9	+1.37	+2.19	+3.21	☉

\* Bezieht sich auf den vorhergehenden Tag, \*\* auf den folgenden Tag.

Daten für die Mondbewegung (in Berliner Zeit):

Mai 1 16 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> 7	Erstes Viertel	Juni 6 23 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> 7	Vollmond
" 3 23	Mond in Erdnähe	" 13 4	Mond in Erdferne
" 8 12 52,6	Vollmond	" 15 0 21,3	Letztes Viertel
" 16 6 37,6	Letztes Viertel	" 22 10 44,5	Neumond.
" 16 9	Mond in Erdferne	" 25 1	Mond in Erdnähe
" 24 1 39,8	Neumond	" 29 2 54,4	Erstes Viertel
" 28 23	Mond in Erdnähe		
" 30 21 42,1	Erstes Viertel		

Constellationen. Mai: 4 13<sup>h</sup> ♀ obere ♂ ☉, wird Abendstern; 7 15<sup>h</sup> ♄ ☉; 9 15<sup>h</sup> ♀ in Sonnennähe; 18 5<sup>h</sup> ♀ ♂ ♃, ♀ 2° 5' nördlicher; 25 17<sup>h</sup> ♀ ♂ ☉; 26 14<sup>h</sup> ♄ ♂ ☉; 27 4<sup>h</sup> ♀ ♂ ☉; 27 12<sup>h</sup> ♂ ♂ ☉. — Juni: 3 19<sup>h</sup> ♄ ♂ ☉; 4 11<sup>h</sup> ♀ in grösster östlicher Ausweichung; 4 23<sup>h</sup> ♀ ♂ ☉, ♀ 0° 58' nördlicher; 8 5<sup>h</sup> ♀ ♂ ♃, ♀ 0° 47' nördlicher; 21 6<sup>h</sup> ☉ im Krebs, Sommersonnenwende; 21 14<sup>h</sup> ♀ ♂ ♃, ♀ 2° 34' südlicher; 22 15<sup>h</sup> ♀ in Sonnenferne; 23 6<sup>h</sup> ♀ ♂ ☉; 23 8<sup>h</sup> ♃ ♂ ☉; 25 0<sup>h</sup> ♂ ♂ ☉; 25 17<sup>h</sup> ♀ ♂ ☉; 26 8<sup>h</sup> α Leonis ♂ ☉; 30 5<sup>h</sup> α Virginis ♂ ☉; alle drei hellen Sterne ♀, Regulus, Spica werden bedeckt; 30 23<sup>h</sup> ♄ ♂ ☉.

Meteore und veränderliche Sterne. Vom 18. Mai bis 26. Juli dauert die Dämmerung die ganze Nacht hindurch. (Nördlich von Berlin ist die Periode etwas länger, südlich etwas kürzer.) Die Beobachtung der Meteore und veränderlichen Sterne ist während dieser hellen Nächte sehr erschwert; am 26. und 27. Mai kommen die Meteore etwas zahlreicher. Von hellen Veränderlichen sind β und R Lyræ, η Aquilæ, δ und μ Cephei zu beobachten.

J. Hassmann, Warendorf.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagsbuchhandlung gestattet.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin O.