

Zeitschrift für den Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XX. Jahrgang.

Drittes Heft.

Mai 1907.

Ein Apparat für das Trägheitsmoment.

Von

Prof. P. Spies in Posen.

Wie es scheint, besteht vielfach eine Abneigung sowohl gegen Apparate zu Versuchen über das Trägheitsmoment als auch überhaupt gegen die Behandlung dieses Begriffs im Unterrichte an den höheren Schulen. So meint WEINHOLD¹⁾: „Reicht das Verständnis der Schüler für eine elementare Ableitung der wichtigsten Trägheitsmomentformeln durch Annäherung hin, so wird es genügen, durch ein paar Versuche beim physischen Pendel von einfacher Form die Richtigkeit der Formeln zu bestätigen; reicht das Verständnis der Schüler nicht so weit, so wird auch die Vorführung der Experimente wenig Nutzen bringen.“ Andererseits hört man oft, daß zur Besprechung des Trägheitsmoments höchstens auf den Oberrealschulen Zeit vorhanden sei. Gegenüber diesem letzteren Einwande kann nicht nachdrücklich genug auf die außerordentliche Wichtigkeit jenes Begriffs hingewiesen werden. Wenn nicht Aneignung von Einzelkenntnissen, sondern Entwicklung des Verständnisses für die Welt der physikalischen Erscheinungen und der sie ausdrückenden Begriffe und Gesetze Ziel des Unterrichts ist, so wird man sich nur sehr ungern eine Klarlegung des schönen Parallelismus entgehen lassen, der sich ausspricht in den beiden Begriffsreihen: „Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Kraft und Masse“ einerseits und „Winkel, Winkelgeschwindigkeit, Winkelbeschleunigung, Drehmoment und Trägheitsmoment“ andererseits. Die erstere Reihe wird in keiner Schule übergangen. Nach ihrer Erledigung drängt sich aber die zweite förmlich auf, und mindestens sollte man ihr Verständnis durch eine anschauliche physikalische Betrachtung anbahnen, wenn nötig, unter Verzicht auf mathematische Ableitungen von irgend welcher Länge. Gerade dazu ist aber ein Apparat erwünscht; er dient also im Gegensatz zu der Ansicht Weinholds weniger der Bestätigung abgeleiteter Formeln als der anschaulichen Einführung in die grundlegenden Begriffe. Ich gehe so weit, zu behaupten, daß ein solcher Apparat selbst dann nötig sein würde, wenn man nicht experimentiert, sondern die Versuche nur „markiert“. Auch bei dieser Anwendungsweise, die für einen Teil der im folgenden angegebenen Versuche geübt werden mag, scheinen mir die wirklich sichtbaren Massen, Achsen usw. für die Lebendigkeit des Unterrichts förderlicher zu sein als nur die Kreidestriche, die man an die Tafel zeichnet.

Ähnlich der von KOPPE in dieser Zeitschrift V S. 8. beschriebenen Einrichtung besteht der zu besprechende Apparat der Hauptsache nach aus einem wagerechten, mit Einteilung in Zentimeter versehenen Holzbalken AA_1 (Fig. 1), an dem in verschiedenen Abständen Massen angebracht werden können. Dieses System dreht sich um eine senkrechte Achse, und zwar geschieht dies unter der Einwirkung eines

¹⁾ Demonstrationen, 4. Aufl., S. 107.

Fadens, der um die untere, auf 1 cm Radius abgedrehte Hälfte der Achse gewickelt und am anderen Ende belastet ist. Das untere Ende der Achse ruht in einer polierten Stahlpfanne, das obere liegt in dem Lager *B*, welches sich durch Zurseiteklappen eines kleinen Hebels öffnen läßt, so daß man die Achse nebst Querbalken herausnehmen kann. Die Bretter, an denen diese beiden Lager sitzen, bilden zusammen mit dem sie verbindenden senkrechten Brette (auf der rechten Seite der Figur)

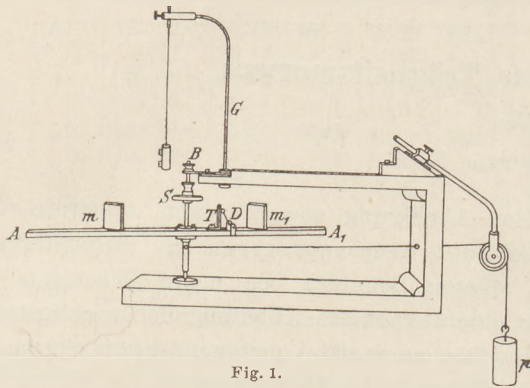


Fig. 1.
 $\frac{1}{3}$ nat. Gr.

das Holzgestell des Apparates.

Um den Eintritt einer bestimmten Geschwindigkeit erkennen zu lassen, ist auf dem Balken eine Vorrichtung *D* angebracht, bestehend aus einem kleinen, um eine wagerechte Querachse drehbaren Hebel, der sich mit einer an seinem oberen Ende befestigten Kugel gegen den Anschlag *T* legt. Den Eintritt einer bestimmten Geschwindigkeit zeigt er durch Umklappen an; durch Verschiebung von *T* kann man diese „Grenzgeschwindigkeit“ ändern.

Das obere Brett trägt noch den Bügel *G*, in dem ein Stahldraht befestigt werden kann. Das untere Ende dieses Drahtes trägt eine Verstärkung aus Messing, in die man das obere Ende der Achse nach erfolgter Herausnahme aus den Lagern einschrauben kann, so daß freie Torsionsschwingungen des Systems möglich sind. So wenig es gerechtfertigt ist, bei der Behandlung des Trägheitsmomentes von Schwingungen auszugehen — am wenigsten von solchen, die unter dem Einfluß der Schwere stattfinden — so wertvoll sind sie als exakte Bestätigungsversuche, da bei ihnen die Reibung nur eine geringe Rolle spielt.

Die zu bewegenden Massen sind zum Zwecke symmetrischer Aufstellung auf beiden Seiten der Achse paarweise vorhanden, und zwar sind es:

1. Ein Paar flache Bleistücke von je 100 g.
2. Ein Paar Stücke gleicher Form von je 200 g.

Diese Bleistücke sind in der Mitte einer Seite mit einem Messingzapfen versehen (Fig. 2), mittels dessen sie in Löcher gesteckt werden können, die auf dem Balken angebracht sind. Im besonderen befinden sich solche Löcher in den Abständen von der Achse $r = 10$ cm (siehe *m* und *m*₁ in Fig. 1) und $r = 20$ cm.



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

3. Ferner kann man Platten verschiedener Form und Größe in wagerechter Ebene an der Achse befestigen, indem man sie zwischen die beiden Haltescheiben *S* legt. Die untere dieser Scheiben sitzt fest an der Achse, die obere wird aufgelegt und mittels einer Rändelschraube angezogen. Von derartigen Platten sind dem Apparat zunächst nur beigegeben zwei Quadrate von 20 cm Kantenlänge und je 1200 g Masse.

Die Betrachtungen und Versuche über das Trägheitsmoment dürften nun etwa folgenden Verlauf nehmen:

1. Die Bleistücke von je 100 g Masse werden in den Abstand $r = 20$ cm gebracht, die Schnur wird mit 100 g belastet. Das Inbetriebsetzen erfolgt am besten in der Weise, daß man auf den Experimentiertisch neben den Balken *A* zunächst einen geeigneten Gegenstand, etwa eine Fußklemme stellt, die man dann schnell

hinwegnimmt. Das treibende Gewicht p lassen wir längs einer lotrechten Skala herabfallen. Wir beobachten in 5 Sekunden eine Fallhöhe von etwa 15 cm (theoretisch 15,3), in 10 Sekunden den vierfachen Betrag usw. Die Bewegung des Gewichts, also auch die Drehung des Balkens sind demnach gleichmäßig beschleunigt. Bezeichnen wir¹⁾ den zurückgelegten Winkel mit α , die Winkelgeschwindigkeit $\frac{\alpha}{t}$ (bezw. $\frac{d\alpha}{dt}$)

mit w und die Winkelbeschleunigung $\frac{w}{t}$ mit β , so ist $w = \beta t$, $\alpha = \frac{1}{2} \beta t^2$. Da eine ganz analoge Bewegung bereits beim freien Fall behandelt ist, handelt es sich nur noch darum, β zu bestimmen und zu untersuchen, wovon β abhängt. Aus der letzten Formel läßt sich β dem absoluten Betrage nach bestimmen (vergl. Abschnitt 8). Wir verzichten vorläufig hierauf und benutzen die Formel $w = \beta t$ zu vergleichenden Versuchen. Es ist bei zwei, unter verschiedenen Bedingungen angestellten Versuchen β umgekehrt proportional der Zeit, die erforderlich ist, um die Grenzgeschwindigkeit zu erzeugen, also das Umklappen des Hebels zu bewirken.

2. Wir bestimmen durch einen Versuch die dazu nötige Zeit für $m_1 = m_2 = 200$ g, $r = 10$ cm und ein treibendes Gewicht $p = 100$ g. Es ist von vornherein zu erwarten, daß die Winkelbeschleunigung von diesen drei Größen abhängt, und daß sie dem treibenden Gewicht proportional, der anzutreibenden Masse umgekehrt proportional ist. Eine dieser beiden Abhängigkeiten mag durch den Versuch bestätigt werden. Weiterhin wird noch darauf hinzuweisen sein — ein Versuch würde Umstände machen und ist unnötig — daß nicht das Gewicht als solches, sondern das von ihm ausgeübte Drehmoment in Betracht kommt. Es muß sich also für β ein Bruch ergeben, in dessen Zähler das Drehmoment, in dessen Nenner die Masse steht, analog dem Bruche $b = \frac{k}{m}$, der die Größe der Beschleunigung bei der geradlinigen Bewegung angibt.

3. Für den Nenner, also den „Beharrungswiderstand gegenüber dem einwirkenden Drehmoment“ ist aber nicht nur die Größe der zu bewegenden Masse bestimmend, sondern auch ihr Abstand von der Achse.

Wenn r wächst, wird dieses „Trägheitsmoment“ größer. Daß dieses Größerwerden entsprechend der zweiten Potenz von r erfolgt, kann man bekanntlich durch die Überlegung beweisen, daß man das Drehmoment D nicht ausgeübt denkt durch die Kraft p am Hebelarm l , sondern durch eine unmittelbar an der Masse m angreifende Kraft p_1 , deren Größe bestimmt wird durch $p_1 \cdot r = p l$, also $p_1 = \frac{D}{r}$.

Die hierdurch hervorgebrachte Beschleunigung ist $b = \frac{p_1}{m} = \frac{D}{m \cdot r}$. Dieser Beschleunigung b entspricht die Winkelbeschleunigung $\beta = \frac{b}{r} = \frac{D}{m \cdot r^2}$, wofür wir

schreiben $\beta = \frac{D}{K}$, so daß $K = m r^2$ das Trägheitsmoment bezeichnet. Ein Versuch, bei dem dieselben Massen (200 g) in den Abstand $r = 20$ cm gebracht werden, bestätigt, daß die zur Erreichung der Grenzgeschwindigkeit nötige Zeit viermal so groß ist wie bei dem früheren Versuche, bei dem $r = 10$ cm war.

Der Zahlenwert des Trägheitsmoments ist für den zuletzt betrachteten Fall $K = 200 \cdot 20^2 = 80\,000$ für eine einzelne der beiden Massen. Wollte man eins der

¹⁾ Diese einfache kinematische Betrachtung wird heute wohl ganz allgemein getrennt von der physikalischen, und zwar vor ihr, erledigt.

beiden Bleistücke durch eine Masse ersetzen, die im Abstände 1 cm von der Achse angebracht, denselben Beharrungswiderstand ausübt, so müßte diese „Ersatzmasse“ den Wert 80 kg haben. Nebenbei bemerkt sollte der Ausdruck „das Trägheitsmoment ist die Ersatzmasse . . .“ vermieden werden, da er der Dimension nach falsch ist.

4. Der Begriff der Ersatzmasse führt ohne weiteres zu dem Schluß, daß das Trägheitsmoment mehrerer Massen gleich der Summe der einzelnen Trägheitsmomente ist. Wie weit es zweckmäßig ist, für ausgedehnte Körper den Ausdruck $\sum m r^2$ durch elementarmathematische Methoden zu berechnen, mag dahingestellt bleiben. Auf alle Fälle wird es sich empfehlen, für den häufigsten Fall, ein rechtwinkliges Parallelepiped, die Größe des Trägheitsmomentes zu besprechen und durch den Versuch zu bestätigen. Für eine der beschriebenen quadratischen Platten ergibt sich $K = \frac{1200(20^2 + 20^2)}{12} = 80\,000$ wie für das Trägheitsmoment eines der Gewichte von 200 g in 20 cm Abstand. Legt man also beide Platten eine auf der anderen zwischen die Haltescheiben, so erhält man die Grenzggeschwindigkeit in derselben Zeit wie beim Auflegen der beiden Bleistücke.

Eine Besprechung des Begriffes „Trägheitsmoment“ bis zu dieser Stelle ist meines Erachtens auf jeder höheren Schule unerläßlich, und sie wird auch genügen, um von diesem Beharrungsvermögen gegen Drehmomente eine klare Vorstellung zu geben. Selbstverständlich schließen sich Hinweise auf praktische Anwendungen an¹⁾. Wir kommen dann noch zu folgenden Betrachtungen und Versuchen:

5. Die kinetische Energie eines rotierenden Körpers ist gleich der Summe der lebendigen Kräfte seiner Teile, also $E = \sum \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \sum m \cdot r^2 \omega^2$ oder $E = \frac{1}{2} K \omega^2$. Dies ist wiederum in Analogie zu der Formel für die fortschreitende Bewegung.

6. Aus der Formel für die Schwingungsdauer $T = 2\pi \sqrt{\frac{K}{J}}$ folgt für die Torsionsschwingung zweier nacheinander an demselben Drahte aufgehängter Körper: $\frac{K}{K_1} = \frac{T^2}{T_1^2}$. Die oben unter Nr. 4 behandelte Gleichheit der beiden Trägheitsmomente läßt sich hier viel genauer zeigen. Will man hierauf verzichten, so ist jedenfalls in Rücksicht auf das Folgende die Ermittlung der Schwingungsdauer für die beiden aufeinander liegenden Platten nötig. Die Fußklemme (siehe oben) wird hierbei so aufgestellt, daß das Ende A des Balkens in der Gleichgewichtslage dicht hinter ihr steht, so daß man den Durchgang durch diese Lage scharf beobachten kann. Die Schwingungsdauer beträgt etwa 8 Sek., läßt sich also bequem bestimmen. Hier würden sich dann noch Versuche mit anderen als quadratischen Platten anschließen lassen.

7. Die Beziehung zwischen dem Trägheitsmoment für eine durch den Schwerpunkt gehende und eine beliebige Achse $K_r = K_s + M r^2$ zeigt GRIMSEHL²⁾ durch einen hübschen Versuch, bei dem zwei Platten zuerst ohne Rotation schwingen, so daß als Trägheitsmoment nur $M r^2$ in Betracht kommt. Sodann werden die Scheiben mit dem System gekoppelt und bewegen sich nun um den Torsionsdraht mit gleich

¹⁾ Vergl. z. B. Jochmann, Grundriß, Schluß des § 59.

²⁾ Über eine elementare Begründung der entsprechenden allgemeinen Formel für Schwingungen vergl. Müller, diese Zeitschr. II 115. Auch durch Vergleich zwischen einem physischen und einem mathematischen Pendel läßt sich der Beweis leicht führen; vergl. Jochmann § 62.

³⁾ Diese Zeitschr. XVIII 35.

schneller Rotation und Revolution, also so wie der Mond um die Erde. Aus der Schwingungsdauer ergibt sich jetzt K_r . Vorteilhafter erscheint es mir — falls nicht etwa alle drei in obige Gleichung eingehenden Größen experimentell ermittelt werden sollen — einerseits K_s und andererseits K_r zu bestimmen. Da $M \cdot r^2$ durch Wägung bzw. Längenmessung leicht gefunden werden kann, läßt sich dann die obige Formel bestätigen. Es werden demnach die Platten in der durch Fig. 3 angegebenen Weise zwischen die Haltescheiben gebracht. Die Hälfte des Abstandes der beiden Plattenmittelpunkte ergibt r . Im vorliegenden Falle ist r so gewählt worden (11,54 cm), daß die Größe $M r^2 = 1200 \cdot 11,54^2$ den Wert annimmt 160 000. Die Summe $K_s + M r^2$ hat also den Wert 240 000, d. h. das Trägheitsmoment ist durch die Verlegung der Achse auf den dreifachen Wert gewachsen. Die Bestätigung durch den Versuch ergibt, daß die Schwingungsdauer im Verhältnis $1 : \sqrt{3} = 1 : 1,73$ gewachsen ist.



Fig. 3.
Etwa $\frac{1}{20}$ nat. Gr.

8. Absolute Werte und Korrekturen. Der absolute Wert des Trägheitsmomentes, z. B. für $m = 200$ g, $r = 20$ cm, also $K = 80 000$, wurde bisher durch eine einfache Überlegung bestimmt, der Wert für die Platte ergab sich entweder durch eine weniger einfache Überlegung oder experimentell dadurch, daß die Gleichheit des Trägheitsmomentes der Platte und der Bleistücke nachgewiesen wurde. Es läßt sich aber auch der absolute Wert des Trägheitsmomentes für den ersteren Fall durch den Versuch bestätigen, wenn man den Fallraum für das sinkende Gewicht vorausberechnet hat. Für den im Abschnitt 1 angegebenen Versuch ($m = m_1 = 100$ g, $r = 20$ cm, $p = 100$ g, $t = 5$ Sek.) ergibt sich $K = 200 \cdot 20^2 = 80 000$, $\beta = \frac{D}{K} = \frac{100 \cdot 981}{80 000}$, und da die Beschleunigung b des sinkenden Gewichts übereinstimmt mit derjenigen eines Punktes am Zylinderumfang, so ist dem Zahlenwerte nach $b = \beta$. Andererseits ist $s = \frac{1}{2} b t^2$, so daß wir den oben angegebenen Wert 15,3 cm erhalten.

Der durch den Versuch gefundene Wert fällt um 4–6 % kleiner aus als der berechnete. Als Ursache hierfür kommt einmal in Betracht, daß nicht nur die sich drehenden Massen, sondern auch die sinkende Masse durch das Gewicht dieser letzteren angetrieben werden muß. Man erkennt leicht, daß dies auf eine Vergrößerung des Trägheitsmoments um den Wert 100 hinausläuft, also um $\frac{1}{8}$ %. Diese Korrektur spielt also keine Rolle.

Zweitens ist das Trägheitsmoment des Balkens und der übrigen mit der Achse verbundenen Teile in Betracht zu ziehen. Es läßt sich durch Versuche, wie sie im Abschnitt 6 beschrieben sind, leicht genau ermitteln und in Rechnung setzen. Bei der gegenwärtigen Form des Apparates¹⁾ haben die genannten Teile ein Trägheitsmoment von 0,03 des Trägheitsmomentes einer der quadratischen Platten.

Drittens entsteht durch Reibung eine Verzögerung der Bewegung im Betrage von 2–3 %. Drei ganz gleiche Fehlerquellen spielen bei den Apparaten für die geradlinige, beschleunigte Bewegung eine Rolle, z. B. bei der Atwoodschen Fallmaschine, und es erübrigt sich deshalb, an dieser Stelle zu zeigen, wie man sie rechnerisch oder experimentell (durch ein Zulagegewicht) berücksichtigen und dadurch eine größere Genauigkeit erzielen kann.

¹⁾ Die Herstellung des Apparates hat die Firma Ferd. Ernecke, Berlin-Tempelhof übernommen.

Über ein Vertikalgalvanometer mit hydraulischer Dämpfvorrichtung.

Von

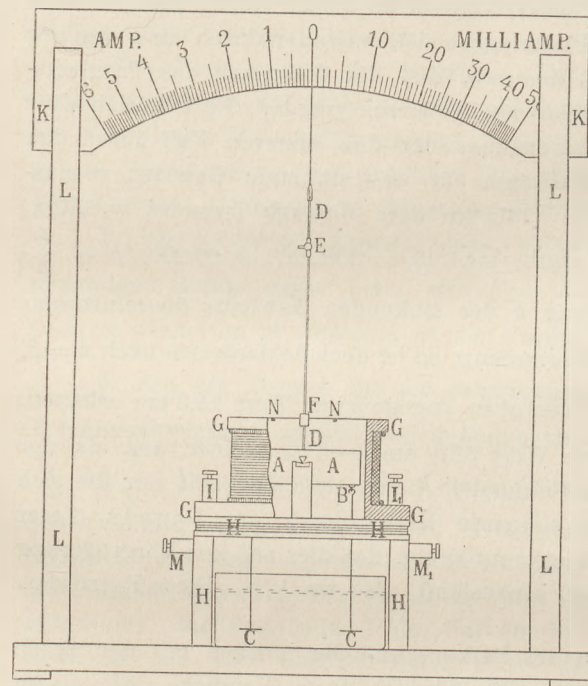
Prof. Dr. Friedrich C. G. Müller zu Brandenburg a. H.

Die als Vertikalgalvanometer bezeichneten Demonstrationsinstrumente enthalten eine um eine horizontale Gleichgewichtslage schwingende Magnetnadel innerhalb eines engen Multiplikators. Die Nadelausschläge werden durch einen langen Zeiger an einer empirischen Skala weithin sichtbar gemacht. Alle bis jetzt angegebenen und in den Preisverzeichnissen aufgeführten Vertikalgalvanometer haben den Mangel einer hinreichend wirksamen Dämpfung. Die lange andauernden Schwingungen sind aber namentlich bei den Grundversuchen über Induktionsströme ungemein störend. Dies gab den Anlaß zu der nachfolgenden Neukonstruktion, deren wichtigste Eigentümlichkeit zwar die hydraulische Dämpfvorrichtung ist, die aber außerdem noch einige durch die Unterrichtspraxis an die Hand gegebene Verbesserungen aufweist. In

meiner „Technik des physikalischen Unterrichts“ findet sich bereits eine kurze, vorläufige Mitteilung über den Apparat.

In der Figur ist *A* der um eine Schneide von 45° drehbare Magnetstab, dessen Abmessungen von $60:16:8$ mm absichtlich bedeutend stärker genommen wurden, als seither üblich war, um das System gegen Luftzug und sonstige Störungen unempfindlich zu machen.

Die Dämpfvorrichtung besteht nun aus zwei an der Unterseite des Magneten in Ösen *B* mittels feiner Stahldrähte aufgehängten Blechscheiben *C* von 20 mm Durchmesser, welche in einen Glaskasten mit 80% Glycerin eintauchen und das System fast ohne Schwingung schnell zum Einstehen bringen.



Auf dem 200 mm langen Zeiger *D* aus Magnalindraht von 1,5 mm Stärke ist das etwa 0,2 g schwere Reguliergewicht *E* mit geringer Reibung verschiebbar.

Es braucht kaum erwähnt zu werden, daß die Schneide etwas oberhalb des geometrischen Mittelpunkts des Magnetstabes gelegt werden muß, damit das ganze System stabiles Gleichgewicht erhält. Durch eine Regulierschraube wird die richtige Empfindlichkeit herausgebracht.

Der Multiplikatorrahmen *G* hat 20:65 mm Innenweite und eine lichte Breite von 40 mm für die Wicklung. Er wird durch 2 Dorne auf der Bank *H* in Stellung gehalten. Man kann ihn leicht emporheben, um den Magneten sichtbar zu machen. Zwei oben in den Rahmen eingefügte Stifte *N* dienen zur Begrenzung der Ausschläge.

Die Wicklung besteht aus etwa 210 Windungen von 0,7 mm Draht in 5 Lagen mit einem Widerstande von 2 Ohm. Sie ist für schwache Ströme von der Größenordnung

der Milliampere bestimmt. Außer ihr ist noch eine Starkstromwicklung vorgesehen. Diese besteht aus nur zwei Windungen 1,5 mm Draht, von denen die eine am oberen, die andere am unteren Rande des Rahmens über die feine Wicklung gelegt wird, wie aus der Figur ersichtlich ist. Durch diese zwei Windungen wird das Instrument zum Amperemesser.

Je zwei Klemmen J und J_1 vermitteln die Stromzuleitung zu den beiden Wicklungen.

Die Skala befindet sich auf einem starken Celluloidblatt K , welches mit gelinder Reibung in Einschnitten der beiden Holzsäulen L liegt, also leicht verschoben oder umgedreht werden kann. Auf der einen Fläche ist die der feinen Wicklung entsprechende Milliampèreskala aufgetragen, auf der andern die Ampereskala. In der Figur ist die linke Hälfte der Milliampèreskala und die rechte der Ampereskala wiedergegeben. Der 10. Milliamperestrich soll bei normaler Empfindlichkeit 25 mm vom Nullstrich entfernt sein. Dann liegt der erste Strich der Ampereskala etwa 16 mm vom Nullpunkt ab. Die erstere Skala umfaßt, 0—50 Milliampere, bzw. 0—100 Millivolt; die andere 0—7 Ampere.

Für die Prüfung und Verwendbarkeit des Instruments ist noch ein weiteres wichtiges Zubehör der aus feinem Manganindraht in einer Nute der Bank H bifilar gewickelte Vorschaltwiderstand von 198 Ohm, welcher an den Klemmen M und M_1 liegt. Dadurch, daß man die eine der Klemmen J durch einen kurzen Draht mit M verbindet und die Poldrähte in die andere Klemme J und in M' spannt, ist der Widerstand in deutlich sichtbarer Weise der Multiplikatorwicklung vorgeschaltet, so daß der ganze Widerstand des Instruments 200 Ohm beträgt. Nun wird 1 Bleisekundärelement 10 Milliampere durch das Galvanometer schicken. Mithin muß der Zeiger auch auf den Strich 10 eintreten und, falls eine Abweichung stattfände, durch Verschiebung des Reguliergewichts dahin gebracht werden. Dann werden 2 oder 3 oder 4 hintereinander geschaltete Elemente die Ausschläge 20, 30, 40 ergeben. Somit kann das Galvanometer jederzeit in wenigen Sekunden vor der Klasse geprüft und nötigenfalls berichtigt werden. Es bedarf kaum der Hervorhebung, daß bei vorgeschaltetem Widerstand die Milliampèreskala gleichbedeutend mit einer Fünftelvolt-skala wird.

Das beschriebene, stark gedämpfte Vertikalgalvanometer mißt demnach zwischen den Klemmen J 0—50 Milliampere oder 0—100 Millivolt; zwischen den Klemmen J_1 0—70 Deziampere; zwischen J und M_1 0—100 Dezivolt. Mittels des Reguliergewichts E können zudem alle Empfindlichkeiten sofort auf die Hälfte oder auf das Doppelte gebracht werden. Die betreffenden drei Stellungen werden durch feine geschwärzte Einkerbungen auf dem Zeigerschafte markiert.

Der an dem Gewicht E sitzende seitliche Stift dient in bekannter Weise zum Einstellen des Zeigers auf den Nullpunkt der Skala; kleine Abweichungen lassen sich schnellstens durch Verschiebung der Skala berichtigen.

Das ganze Instrument ist auf einem einfachen Brett aufgebaut. Fußschrauben sind völlig überflüssig. Zu Feinmessungen soll es ebenso wenig dienen wie irgend ein Vertikalgalvanometer, sondern zu galvanoskopischen Versuchen und annähernden Messungen. Innerhalb dieses Verwendungsbereichs hat es sich als bequem und zweckmäßig erwiesen.

Zum Schluß noch die Bemerkung, daß bei allen Vertikalgalvanometern wegen der in bezug auf den Erdmagnetismus widernatürlichen Lage des Magneten eine einfache Beziehung zwischen Stromstärke und Ablenkung nur in der Ost-West-Stellung

bestehen kann. Auch müssen infolge dieses Umstandes die Ausschläge bei anderen Azimuten der Schwingungsebene Abweichungen zeigen. Mein Instrument ergab z. B. bei normaler Empfindlichkeit bei Nordlage des Nordpols der Nadel den Ausschlag 37, in der Südlage 44, in der Ost-West-Lage 40. In der Ost-West-Stellung sollten die Stromstärken bei Verwendung relativ breiter Multiplikatoren annähernd den Tangenten der Nadelausschläge proportional sein. Dies ist jedoch, wie ein Blick auf die Milli-ampèreskala zeigt, nicht der Fall. Dagegen ist die für die zwei Windungen gültige Ampereskala nahezu eine Tangentenskala. Die sachgemäße Anfertigung des beschriebenen Instruments hat die Firma Max Kohl in Chemnitz übernommen.

Über die Herstellung acidimetrischer Urmaße im Unterricht.

Von

Prof. Dr. **Friedrich C. G. Müller** in Brandenburg a. H.

In Verfolg meiner früheren Mitteilungen über messende chemische Unterrichtsversuche (ds. Ztschr. *III* 122 und *XIV* 331) und unter Bezugnahme auf die diesen Gegenstand betreffenden Aufsätze von REBENSTORFF (ds. Ztschr. *XIX* 201) seien im nachfolgenden zwei neuere Wege zur Darstellung acidimetrischer Grundmaße beschrieben, die beide im chemischen Anhang meiner „Technik des physikalischen Unterrichts“ kurz angedeutet sind.

Zunächst bin ich vom metallischen Natrium ausgegangen. Etwa 12 g, d. h. etwas mehr als ein halbes Grammatomgewicht des durch vorheriges Umschmelzen und Ausgießen auf eine Eisenplatte von der Kruste befreiten Metalls werden in eine Schale mit Petroleum gegossen. Das erhaltene, blanke Sphäroid wägt man nach dem Abwischen schnell auf der Klassenwaage bis auf 0,01 g genau, wobei also der Wägefehler unter einem Tausendstel bleibt. Die infolge der Oxydation an freier Luft eintretende Gewichtszunahme während der Wägung erwies sich als verschwindend klein. Wegen des Luftauftriebs ist eine Korrektur von + 0,01 vorzunehmen.

Die gewogene Natriumplatte wird in eine Porzellanschale gelegt und diese in eine etwas breitere Schale mit etwas Wasser gestellt, worauf man das Ganze auf einer Glasplatte mit einer Glasglocke bedeckt sich selbst überläßt. Etwa eine Woche später ist das Metall zu Natronlauge zergangen. Diese wird vor der Klasse auf normal verdünnt. Mit Hilfe des so gewonnenen Urmaßes stellt man dann titrimetrisch eine genau einstehende verdünnte Salzsäure und Schwefelsäure in größerer Menge her.

So übersichtlich und sicher der angegebene Weg auch sein mag, so unerwünscht ist die lange Zeit, welche zur Umwandlung des Natriums in Lauge erforderlich ist. Man kann die Zeit zwar auf wenige Minuten abkürzen, wenn man das Metall in starken Weingeist wirft. Indessen dürfte dies Verfahren aus pädagogischen Gründen vor der Klasse weniger empfehlenswert sein, da den Schülern die chemische Natur des Alkohols nicht bekannt ist.

Die Verwendung des Natriummetalls zur Herstellung von Normallauge setzt selbstverständlich seine völlige Reinheit voraus. Diese Bedingung ist nun tatsächlich bei käuflichem Natrium bislang erfüllt worden. Von Verunreinigungen würde namentlich das Kalium verhängnisvoll sein.

Anderweitige Verunreinigungen würden sich schon dadurch verraten, daß beim Auflösen in Alkohol ein Rückstand bliebe.

Seit zwei Jahren verwende ich nicht mehr das Natrium zur Gewinnung des Urnormals der Acidimetrie, sondern, angeregt durch eine Abhandlung von Dr. FRITZ RASCHIG (*Ztschr. f. angew. Chemie* 1904, 577), den Chlorwasserstoff. Ich war geradezu betroffen, daß man eben diese Säure nicht schon längst in allen Laboratorien und namentlich beim Unterricht allgemein zu jenem Zwecke verwandt hat. Denn sie allein läßt sich von den in Betracht kommenden starken Mineralsäuren leicht chemisch rein und frei von Wasser darstellen. Das farblose Gas, welches aus reinem Chlornatrium oder Chlorammonium mittels reiner Schwefelsäure ausgetrieben und von Wasser vollständig verschluckt wird, kann, nachdem es eine Waschflasche mit konzentrierter Schwefelsäure passiert, nichts anders sein als Chlorwasserstoff, genau nach der Formel HCl . Und, was für unsre Zwecke besonders günstig ist, jeder mit den Anfangsgründen der Chemie vertraute Schüler kann das verstehen und übersehen. Die Hauptsache aber ist, daß sich Chlorwasserstoff im absorbierten Zustande ebenso leicht und exakt abwägen läßt, wie Wasser oder Schwefelsäure. Man braucht ja nur ein Quantum Wasser in einer Kochflasche nebst hineingestelltem Glasrohr zu tariieren und wieder zu wägen, nachdem das Gas längere Zeit eingeleitet worden.

Bei einem Demonstrationsversuche verwendet man zur Absorption zweckmäßig 300 ccm Wasser, welches sich in einem gut zu kühlenden, geeichten 1000 ccm-Kolben befindet. Das Gas wird in kräftigem Strome so lange eingeleitet, bis die Gewichtszunahme etwas mehr als 36,5 g beträgt. Dann füllt man mit Wasser bis zur Marke, entleert in die Aufbewahrungsflasche, mißt die geringe noch erforderliche Wassermenge mittels Pipetten in den Kolben, schwenkt um und fügt es der Hauptmenge hinzu.

In Anbetracht der bedeutenden Gewichtszunahme kann die Wägung auf der Klassenwaage¹⁾ vorgenommen werden; die Luftauftriebskorrektion beträgt 0,03 g. Auf dem angedeuteten Wege gelingt es, binnen 45 Minuten 1 l Normalsäure mit wissenschaftlicher Genauigkeit herzustellen, mittels einfacher, bequemer, allen Schülern sichtbarer und verständlicher Operationen.

Zur Entwicklung des Chlorwasserstoffs nimmt man, damit sie schnell genug geht, mindestens das Doppelte der rechnerisch erforderlichen Salzmenge, also etwa 150 g reines Kochsalz oder besser grob zerkleinertes klares Steinsalz und 150 ccm reine konzentrierte Schwefelsäure, die man mittels eines Hahnentrichters in einen 800 ccm fassenden Kolben zufließen läßt. Noch empfehlenswerter ist es, an Stelle des Chlornatriums 120 g sublimierten Salmiak zu verwenden, der mittels Hammer und Messer zu bleistiftdicken Stängelchen zerkleinert worden. Beim Beginn der Entwicklung leitet man das Gas erst in ein beliebiges Gefäß mit Wasser, bis alle Luft verdrängt ist, und vollständige Absorption eintritt. Hierauf streift man den Entbindungsschlauch über das in der tariierten Absorptionsflasche stehende Glasrohr. Noch bequemer ist es, einen Dreiweghahn zwischenzuschalten und durch dessen einen Schenkel das lufthaltige oder nicht benötigte Gas abzuleiten, während der andere mit dem Entbindungsrohr im Kolben verbunden ist. Dann läßt sich das Einleiten

¹⁾ Als „Klassenwaage“ bezeichnen wir eine gute Tariierwaage mit geteiltem Balken, für 1–1,5 kg Belastung, welche noch bei 500 g Belastung 0,01 g sicher anzeigt. Sie verbleibt wegen ihrer häufigen und vielseitigen Verwendung auf einer günstig angebrachten Wandkonsole ständig im Lehrzimmer. Die Dezigrammgewichte stellt man sich aus 1 mm starkem Aluminiumdraht her, den man in Form der betreffenden arabischen Ziffern biegt. Für die Zentigramme dient ein 0,1 g schwerer Reiter aus etwas dünnerem Aluminiumdraht.

beliebig unterbrechen, um festzustellen, ob die gewünschte Gewichtszunahme von 36,5 g erreicht ist.

Das mittels überschüssiger konzentrierter Schwefelsäure entwickelte salzsaure Gas ist schon von vornherein trocken; trotzdem wird es durch eine Waschflasche mit konzentrierter Schwefelsäure geleitet, nicht nur des Trocknens wegen, sondern um die Stärke des Stroms beurteilen zu können.

Mit Hilfe des nach der angegebenen Methode gewonnenen Urnormals werden vom Lehrer genügende Vorräte von Normallauge, Normalsalz- und Schwefelsäure auf maßanalytischem Wege hergestellt und vor der Klasse schnell nachgeprüft. Außerdem auch noch eine Salzsäure von doppelter Stärke. —

Die Hauptanwendung, welche die Normalsäure im Verein mit darauf eingestellter Lauge im Unterricht findet, ist die acidimetrische Bestätigung stöchiometrischer Gesetze.

Das exakteste Experiment in dieser Richtung dürfte die Feststellung sein, daß unsere Salzsäure auf eine aus Natriummetall in der eingangs beschriebenen Weise erhaltenen Lauge genau einsteht. In der Tat werden je 25 ccm, mit geeichten Pipetten aus den Vorratsflaschen entnommen, sich derart neutralisieren, daß ein einziger Tropfen mehr den Farbumschlag nach der einen oder anderen Seite hervorruft. Zu beachten ist, daß bei Anwendung von Lackmus oder Phenolphthalein die Lösung nach der Neutralisation gekocht werden muß, um etwa aufgenommene Kohlensäure zu verjagen. Arbeitet man aber mit Methylorange als Indikator, so ist man dieser Mühe überhoben.

Neben dem Natrium können andere fabrikmäßig hergestellte Metalle nur zu einer annähernden Bestätigung des Äquivalentgesetzes dienen. Auch das Magnesium macht keine Ausnahme, da selbst die von REBENSTORFF benutzte Qualität nach den Angaben der Fabrik 0,3 % Verunreinigungen enthält. Da man aber vor der Klasse keine Analyse vornehmen kann und wohl auch sonst keine Zeit hat, jedesmal Menge und Natur der Verunreinigungen zu bestimmen, erscheint eine Kontrolle oder originale Darstellung der Normalsäure mittels Magnesium nicht empfehlenswert. Man wird vielmehr umgekehrt die Reinheit, d. h. den alkalimetrischen Wirkungswert, des zu stöchiometrischen Experimenten dienenden Magnesiums durch Titration mit genauer Normalsäure feststellen. Dies geschieht in der Weise, daß man eine genau abgewogene Probe, z. B. 1 g, in einem Überschuß von Normalsäure (100 ccm) löst und den Säureüberschuß zurückmißt.

Wie mit Magnesium kann man auch mit Zink oder Aluminium verfahren, wobei als Indikator die Ausscheidung des Oxydhydrats dient, wie ich seinerzeit (ds. Ztschr. III 122) vorgeschlagen.

Neben dem maßanalytisch demonstrierbaren Säureverbrauch gibt auch das Volum des entwickelten Wasserstoffs ein gut sichtbares Maß für das chemische Äquivalent des gelösten Metalls. Indessen ist zu erwägen, daß absolute Bestimmungen von Gasmengen wegen der nötigen Reduktionen umständlich, schwierig und unübersichtlich sind. Aber sehr empfehlenswert ist es, schnell hintereinander die relativen Volume der aus je 1 g Magnesium, Aluminium, Zink mit überschüssiger Säure entwickelten Gasvolumen bei Zimmertemperatur zu vergleichen. Die Proben kommen dabei in einen kleinen Kochbecher, welcher mit doppelt durchbohrten Stopfen mit Hahnentrichter und Winkelrohr geschlossen und mittels eines Schlauchs mit einer Gasmeßglocke verbunden ist. Man läßt durch den Trichter zum Magnesium oder Zink je 50 ccm doppeltnormale Salzsäure, zum Aluminium 75 ccm einfließen. In

wenigen Minuten ist die Lösung bewirkt, worauf das Kölbchen in Wasser von Zimmertemperatur gekühlt wird. Sehr lehrreich ist es, auch Natrium und Kalium zu einem derartigen Versuch heranzuziehen, wobei aber 50 ccm starker Weingeist durch den Trichter eingelassen werden. 1 g Natrium gibt 483 ccm Gas, Kalium trotz der großen Ähnlichkeit der beiden Metalle nur 285 ccm. Auch in diese beiden Kölbchen werden nachträglich 50 ccm Doppelnormalsäure gebracht. In allen fünf Kölbchen wird der Säureüberschuß zurückgemessen, wobei sich zeigt, daß die verbrauchten Säuremengen ebenso wie die erzielten Gasvolumen den chemischen Äquivalenten umgekehrt proportional sind, abgesehen von den kleinen Fehlern, welche von den Verunreinigungen der Metalle herrühren.

In bezug auf das Wägen sei wiederum bemerkt, daß eine bis in die Milligramme gehende Gewichtsbestimmung unbekannter Mengen aus naheliegenden Gründen, keine für Demonstrationen geeignete Operation ist. Dagegen kann die Nachprüfung eines bereits vorher vom Lehrer festgestellten kleinen Gewichts schnell und weithin sichtbar vor der Klasse mittels einer für wenige Mark käuflichen kleinen Handwaage geschehen, vorausgesetzt, daß es sich um ein volles Gramm oder ein einfaches Vielfaches des Gramms handelt, wie wir es seither immer eingerichtet haben.

Dagegen ist der Vorschlag, mit $\frac{1}{50}$ Grammatomgewicht zu arbeiten, was jedesmal eine Auswägung bis in die Milligramme erfordert, wohl nicht als praktisch zu bezeichnen. Und für das Verständnis eines Primaners bleibt es gleich, ob den Äquivalentgewichten proportionale Mengen gleiche Volume Normalsäure beanspruchen, oder ob gleiche Mengen der Metalle ihren Äquivalentzahlen umgekehrt proportionale Säurevolumen neutralisieren bzw. Wasserstoff entwickeln.

Schließlich möchte Verf. zum Gasmessen die von ihm *XIV, 331* und *XX, 13* angegebenen Meßglocken auf Grund der inzwischen gemachten ausgedehnten Erfahrungen als besonders praktisch für den Unterrichtsgebrauch nochmals empfehlen. Es sind dies innerhalb weiter Zylinder in Wasser stehende, mit Kautschukstopfen und zwei Hahnrohren geschlossene, geteilte, schmale Glocken. Sie bieten einerseits den Vorteil großer Bequemlichkeit, weil das Ganze einen fertigen, geschlossenen Apparat bildet; zweitens gestatten sie nicht nur ein Auffangen, sondern auch das Entnehmen gemessener Gasvolumen; endlich ermöglichen sie eine schnelle und sichere Temperaturbestimmung, da ja das eingeschlossene Gas sofort die Temperatur des Wassermantels annimmt, die ein eingesenktes Demonstrationsthermometer allen Schülern anzeigt.

Die Vorbildung der Physiklehrer.

Von

Dr. K. Noack in Gießen.

In den letzten Monaten ist die Frage, ob unsere Physiklehrer für ihren Beruf hinreichend vorbereitet in den praktischen Dienst eintreten und wie diese Vorbildung am besten gehoben werden kann, von verschiedenen Seiten erörtert und geprüft worden. Den Anstoß zu diesen Auseinandersetzungen gab wohl der Vortrag, in dem Herr E. WIEDEMANN den Gegenstand auf der vorjährigen Tagung des Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts in Erlangen behandelte, und der in dieser Zeitschrift abgedruckt ist¹⁾. Dann hat Herr K. SCHREBER diejenigen Veranstaltungen besprochen, durch

¹⁾ Über den Hochschulunterricht für künftige Lehrer der Physik, ds. Zeitschr. *XIX S. 265—71*.

die er eine intensivere Vorbildung der Studierenden der Physik zu verwirklichen sucht¹⁾, und ebenso hat Herr R. Börnstein die von ihm zum gleichen Zwecke in Berlin geschaffenen Einrichtungen kurz beschrieben²⁾. Vom Standpunkt der Mittelschullehrer hat dann Herr E. Grimsehl, seine Erfahrungen und Wünsche bezüglich dieses für die Entwicklung unseres Unterrichtes so wichtigen Gegenstandes ausgesprochen³⁾.

Diese Veröffentlichungen haben nach zwei Richtungen hin zu einem sehr erfreulichen Ergebnis geführt, indem sie erstens die volle Einmütigkeit der beiden sich in dieser Frage berührenden Kreise der Hochschuldozenten und Mittelschullehrer in betreff des vorhandenen Bedürfnisses nach einer besseren Vorbildung der künftigen Physiklehrer ergaben und zweitens zeigten, daß in den Kreisen der Hochschullehrer bereits sehr dankenswerte Versuche gemacht werden, um den als bestehend erkannten Schaden abzustellen.

Ganz kürzlich hat sich nun auch Herr K. T. FISCHER in sehr gründlicher Weise mit dem vorliegenden Gegenstand beschäftigt⁴⁾ und seine Erfahrungen als Hochschullehrer mit der eingehenden Kenntnis des Schulwesens verbunden, die er sich durch seine Studien über den naturwissenschaftlichen Unterricht des In- und Auslandes erworben hat. Diese Arbeit ist um deswillen besonders wertvoll, weil sie uns ein wohlerwogenes, streng formuliertes Programm für die Ausbildung des Lehramtsaspiranten bietet, das sich mit großem Vorteil einer weitergehenden Diskussion dieser Frage wird zugrunde legen lassen.

Herr FISCHER schlägt für die Lehramtskandidaten der Physik die folgenden Vorlesungen und Übungen vor⁵⁾:

1. Eine Vorlesung über die Entwicklung der physikalischen Begriffe (nach E. MACH).
2. Eine Vorlesung „Einleitung in die theoretische Physik“.
3. Handfertigungsübungen für Lehramtskandidaten der Physik (Herstellung von im Unterricht direkt verwendbaren Apparaten, die Gelegenheit zu einfachen Arbeiten, wie Glasblasen, Löten, Kitten, Glasbohren usw. gibt).
4. Übungen im Aufbau eines Apparates aus gegebenen Elementen; z. B. Zusammenstellung eines Fernrohres, eines Mikroskopes, eines objektiven Spektralapparates. Reinigung und Reparatur vorhandener Apparate.
5. Demonstrationsübungen in der Art, wie sie BÖRNSTEIN und SCHREBER befürworten; seminaristische Besprechung über Apparate und methodische Fragen.
6. Seminar über neuere Forschungen, Anleitung zur Lektüre moderner Originalarbeiten.
7. Eine selbständige experimentelle Arbeit.

Es ist ohne weiteres einleuchtend, daß die Einführung in den praktischen Dienst bei Kandidaten, die in so vortrefflicher Weise vorgebildet sind, eine viel leichtere Aufgabe sein wird als seither, wo ein großer Teil dieser Kenntnisse und Fertigkeiten noch während der Einführung erworben werden mußte⁶⁾. Diese Einführung erfolgte früher in der Weise, daß die jungen Leute den einzelnen Anstalten zugewiesen und den dort wirkenden Fachgenossen zur Unterweisung beigegeben wurden. Es hat sich dieses einfachste Verfahren begreiflicherweise nicht besonders bewährt und man hat deshalb neuerdings wohl mit Recht einen anderen Weg bevorzugt; danach wurden an einzelnen hierzu besonders geeigneten Schulen Seminare eingerichtet und an diese Seminaranstalten werden die Kandidaten jährlich oder halbjährlich verteilt, wo dann die Ausbildung und Einführung naturgemäß eine weit gründlichere und rationellere sein kann. An dieses Seminarjahr schließt sich dann als zweites

¹⁾ K. Schreber, ds. Zeitschr. XIX 213–15.

²⁾ R. Börnstein, ds. Zeitschr. XIX 355–56.

³⁾ E. Grimsehl, Über den Hochschulunterricht für künftige Lehrer der Physik, ds. Zeitschr. XX 1–7.

⁴⁾ K. Th. Fischer. Vorschläge zur Hochschulausbildung der Lehramtskandidaten, ds. Zeitschr. XX 65 ff.

⁵⁾ a. a. O. S. 74–76.

⁶⁾ Oder überhaupt nicht erworben wurde. Anm. d. Red.

das Probejahr an, während dessen die Kandidaten an einer anderen Anstalt unter Leitung eines älteren Kollegen selbständigen Unterricht zu erteilen haben. Da ich über 20 Jahre lang an einem Seminargymnasium gewirkt und die Ausbildung vieler junger Physiklehrer geleitet habe, so hat es mir nicht an Gelegenheit gefehlt, die Mängel in der Vorbildung der jungen Leute kennen zu lernen und mich zu überzeugen, daß es nachträglich doch recht schwierig und für die Mittelschulen vielfach unmöglich ist, die vorhandenen Lücken in der Bildung auszufüllen.

Es wird vielleicht ganz nützlich sein, wenn ich dem obigen Programm Herrn FISCHERS den von mir ausgearbeiteten Lehrplan gegenüberstelle, nach dem ich versucht habe, die Ausbildung der Lehramtsakzessisten am Gießener Gymnasium zu ergänzen und zu vollenden. Ich teile im folgenden diesen Lehrplan auszugsweise im Wortlaut mit, indem ich nebensächliche Einzelheiten weglasse, die zum Verständnis des Ganzen nicht erforderlich sind.

„..... Die Arbeiten im physikalischen Seminar haben sich nach folgenden drei Hauptrichtungen zu erstrecken: a) Die Seminarmitglieder sollen in die Praxis des naturwissenschaftlichen Unterrichts eingeführt werden. b) Sie sollen über die allgemeinen Fragen und Verhältnisse des physikalischen und chemischen Unterrichts aufgeklärt und in die einschlägige spezielle Literatur eingeführt werden. c) Es soll denselben Gelegenheit geboten werden, sich den notwendigen Einblick in die experimentellen Hilfsmittel und die erforderliche Übung in deren sicheren Handhabung zu erwerben.

1. Die Aufgabe a) wird in der Weise behandelt, daß die Kandidaten zunächst längere Zeit dem Unterricht des Einführenden in o III oder u II beiwohnen; sie erhalten anfänglich vor Beginn jeder einzelnen Lehrstunde eine kurze Disposition und Begründung des Lehrgangs und am Schluß derselben folgt eine zusammenfassende Besprechung der Ergebnisse. Nachdem einige Stunden in dieser Weise verlaufen sind, werden die Kandidaten dazu angehalten, die Disposition nach Ablauf der Unterrichtsstunde selbst zu rekonstruieren und schriftlich einzureichen, und schließlich haben sie unter Aufsicht des einführenden Lehrers und des Seminarleiters selbständig einige Probelektionen zu erteilen, und zwar derart, daß die Hilfe des einführenden Lehrers bei der theoretischen wie bei der experimentellen Vorbereitung allmählich mehr und mehr zurücktritt. Am Tage vor der betreffenden Probelektion reicht der Kandidat eine ausführliche, motivierte, schriftliche Disposition ein; nach Ablauf der Stunde erfolgt eine Kritik derselben. Allmählich steigen dann die Kandidaten in die höheren Klassen auf, so daß sie im allgemeinen den ganzen Unterricht kennen lernen. Da aber selbstverständlich die Zahl der Probelektionen im Interesse des Unterrichts nur eine beschränkte sein kann, besonders bei einer größeren Zahl von Kandidaten, so wird die praktische Ausbildung noch in anderer, später zu besprechender Weise gefördert.

Auch die Teilnahme der Kandidaten an den physikalischen Schülerübungen hat sich zur Erreichung dieses Zieles besonders bewährt, einmal weil dieselben dabei Gelegenheit haben, die Denk- und Auffassungsweise der Schüler, sowie die Klippen für das Verständnis genauer kennen zu lernen, als dies im Unterricht selbst möglich ist, und dann weil hierbei ihre praktische Betätigung naturgemäß eine intensivere ist. Es wird dabei in der Weise verfahren, daß die Mitglieder zunächst einzeln bei den Übungen hospitieren, die Sammlung von Schülerapparaten und den Betrieb studieren, und dann einige Wochen lang die Übungen selbständig unter Aufsicht des einführenden Lehrers leiten.

Unabhängig von dieser Beteiligung der Kandidaten am Unterricht finden einmal oder bei größerer Zahl der Teilnehmer zweimal wöchentlich Besprechungen statt, in denen die übrigen Programmpunkte behandelt werden. Die hierbei behufs Erledigung der Aufgabe b) zu behandelnden Themata lassen sich in folgende Hauptgruppen ordnen, die allerdings vielfach ineinander übergreifen.

2. Ziel, Umfang und Methode des physikalischen und chemischen Unterrichts an den höheren Lehranstalten; Beziehungen zu den übrigen Unterrichtsfächern, insbesondere Mathematik und Geographie. (Folgt Angabe der Literatur.)

3. Die erkenntnistheoretischen Beziehungen des naturwissenschaftlichen und speziell des physikalischen Unterrichts an den höheren Schulen. (Folgt Angabe der einschlägigen Literatur.)

4. Die Auswahl und Verteilung des Lehrstoffs auf die beiden Stufen; Besprechung und Vergleichung verschiedener Lehrpläne; Ausarbeitung von Speziallehrplänen für einzelne Klassen; Lehrbücher.

5. Umfang, Einrichtung und Verwaltung der physikalischen Lehrmittelsammlung; Inventar und Anschaffungsjournal; Hauptbezugsquellen für Lehrmittel; literarische Hilfsmittel für die Technik des Experimentalunterrichts. (Folgt Angabe der zu besprechenden Literatur.)

Die Aufgabe c) des Lehrplans, die Einführung in die experimentelle Technik und Ausbildung der Handfertigkeit, wird durch die folgenden Veranstaltungen zu lösen gesucht.

6. Einzelne begrenzte Gebiete des Unterrichts werden von den Kandidaten experimentell und didaktisch sorgfältig durchgearbeitet und darauf in gemeinsamer Sitzung von einem der Herrn der ganze Lehrgang mit allen Versuchen vorgeführt; dabei wird vor allem Wert darauf gelegt, daß der Versuch richtig gewählt ist und die geeignete Stelle erhält, z. B. als Antwort auf ein gestelltes Problem; ferner daß die Versuchsergebnisse richtig und vollständig für die Zwecke des Unterrichts ausgenutzt werden; drittens daß die Versuche geschickt und tadellos ausgeführt werden; viertens daß der logische Entwicklungsgang klar erkannt und eingehalten wird. Beispiele solcher in sich abgeschlossener Unterrichtsgebiete sind: Reflexion, Brechung und Zerstreuung des Lichtes; die Hauptgesetze der Wärmelehre mit Loosers Thermoskop; die elektrischen Grunderscheinungen; Ohms Gesetz; Wechselwirkung von Strömen und Magneten; Schwingungsbewegungen; Chemie der atmosphärischen Luft; Naturgeschichte einer Kerze nach Faraday; Versuche mit komprimierter Kohlensäure u. a.

7. Die für bestimmte Versuche ersonnenen verschiedenen Formen und Ausführungen einzelner Apparate werden kritisch auf ihre Leistungsfähigkeit, ihren Preis und ihren didaktischen Wert miteinander verglichen und soweit die in der Sammlung enthaltenen Lehrmittel dies gestatten, praktisch erprobt. Solche Aufgaben sind beispielsweise: Die Vergleichung verschiedener Galvanometerformen; Apparate für Brechung des Lichtes; Elektroskope und Elektrometer; Wasserzersetzungsapparate u. a.

8. Anleitung zur Erwerbung einer gewissen Handfertigkeit in den elementarsten Vorrichtungen und Reparaturen wie Glasblasen, Löten etc.; zur Herstellung einfacher Apparate für Demonstration einer besonderen Erscheinung; zur Ausführung schematischer Zeichnungen und graphischer Darstellungen für die Wandtafel; zur Anfertigung von Projektionsdiapositiven.

Da sich aus diesem Seminarlehrplan die Forderungen ergeben, welche die Schule an die Lehramtskandidaten stellen muß, so wird seine Vergleichung mit Herrn FISCHERS Hochschullehrplan insofern nützlich sein, als sie vielleicht zu einer schärferen Abgrenzung der beiden Arbeitsfelder führen kann, die keine ganz einfache Sache ist. Gerade diese Schwierigkeit ist es in erster Linie gewesen, die DRUDE verhindert hat, ganz gegen seine sonstige Art, die schon während seiner Gießener Wirksamkeit als dringend notwendig erkannte Reform des Physikstudiums der Lehramtskandidaten alsbald entschlossen in Angriff zu nehmen.

Die Gesichtspunkte, die bei der Verteilung der Aufgaben an die beiden mitwirkenden Faktoren, Hochschule und Seminar, ausschlaggebend sein müssen, sind meines Erachtens von Herrn FISCHER durchaus zutreffend erkannt und formuliert worden¹⁾, indem er die Ausbildung im Unterrichtsverkehr an die Mittelschule, die Ausbildung des Lehrers im Fache und in der Benutzung und Beurteilung von Apparaten dagegen an die Hochschule verweist. Den gleichen Standpunkt vertritt Herr GRIMSEHL, wenn er sagt:²⁾ „Ich bin nicht der Ansicht, daß auf der Hochschule die Ausbildung für den Lehrerberuf in den

¹⁾ Ds. Zeitschr. XX S. 71.

²⁾ Ds. Zeitschr. XX S. 6.

Mittelpunkt des Studiums gestellt werden soll. Die Hochschule hat die Aufgabe der wissenschaftlichen Aus- und Durchbildung. Die berufsmäßige Ausbildung, die methodische Anleitung für den Beruf, die für die Köpfe der Schüler günstigste Anordnung des Stoffes, vermag nur ein im Amte stehender Lehrer zu geben“.

Mit diesen Thesen steht aber, wie mir scheinen will, besonders der Satz 5 des Hochschullehrplanes von Herrn FISCHER in einem schwer zu lösenden Widerspruch. Danach gehören „Demonstrationsübungen in der Art, wie sie BÖRNSTEIN und SCHREBER befürworten“), d. h. also Vortragsübungen mit Demonstrationen, zweifellos zur Kompetenz der Mittelschule.

Unser physikalischer Unterricht krankt ja leider immer noch an dem Grundübel, daß die überwiegende Mehrzahl der Lehrer die für die Hochschule wohlbewährte Methode des Experimentalvortrags kritiklos auf die Schule glaubt anwenden zu dürfen; wie es die Herrn dort gesehen haben, so machen sie es hier selber. Den Schülern unserer Mittelschulen mit einem noch so vorzüglich durchdachten Vortrag zu kommen, dessen Gedanken durch Experimente und Demonstrationen miteinander verknüpft sind, ist nach meinem Empfinden ein Unrecht an der Sache und an den Schülern, wenigstens der mittleren Klassen; und dieses Unterrichtsverfahren, welches man nur als durchaus rückständig bezeichnen kann, wird durch solche Demonstrationsvorträge künstlich erhalten und gebilligt.

Auch für den physikalischen Unterricht gilt der Satz, den vor Jahren der ausgezeichnete Didaktiker F. WILBRANDT für den chemischen Unterricht aufgestellt hat: „Der Schüler soll beobachten lernen; darum ist der suchende Gedanke in den Vordergrund zu stellen, das Experiment soll nur zeigen, ob er richtig ist oder irrig, ob er auf rechtem oder falsehem Weg vorschreitet“. Also mit anderen Worten, das Experiment darf (im allgemeinen) nicht Selbstzweck werden, in den meisten Fällen ist es vielmehr seine Aufgabe, ein Problem, eine gestellte Frage zur endgültigen Entscheidung zu bringen.“

Ausgehend von dem reichen Erfahrungsschatz des täglichen Lebens soll der Unterricht einer Entdeckungsreise gleichen, die Schüler und Lehrer gemeinsam unternehmen; der Schüler soll die Probleme, die der Lösung noch harren, selbst finden und erkennen, er soll selbst die Mittel und Wege suchen, diese Probleme zu lösen, und die leitende Hand des Lehrers soll ihn nur davor bewahren, daß er dauernd auf Ab- und Irrwege gerät. Bei solchem Vorgehen empfindet der suchende und forschende Geist fortwährend die reinste „Entdeckerfreude“, und so wird die Physikstunde für Lehrer und Schüler in gleicher Weise ein ästhetischer Genuß und bringt dem jugendlichen Geist unvergänglichen Gewinn, den keine andere Unterrichtsdisziplin ihm in gleichem Maße und gleicher Vollkommenheit zu bieten vermag. Ein sehr tüchtiger Kollege sagte mir einmal: „Ich habe überhaupt erst in der Physikstunde erfahren, was Unterrichten heißt“. Unsere vornehmste Aufgabe muß es sein, diese besondere Eignung des physikalischen Unterrichts für unsere heranwachsende Jugend recht nutzbringend zu machen.

Es ist hier nicht der Platz, tiefer in diese Materie einzudringen, denn nur in Form von Lehrproben ließe sich diese Lehrweise demjenigen völlig klar machen, der sie noch nicht kennt; vielleicht würde dadurch mancher Anhänger der Vortragsmethode zu einem Versuche mit diesem Verfahren bestimmt.

Wenn nun auch dieses Lehrverfahren nicht durch Vortragsübungen gefördert werden kann, so ist doch die Hochschule in anderer Weise instande, den jungen Leuten und dem einführenden Lehrer ihre Aufgabe zu erleichtern, denn es stellt die Methode die denkbar größten Anforderungen an die experimentelle Gewandheit und Schlagfertigkeit des Lehrers, der in jedem Augenblick in die Lage kommen kann, einen brauchbaren Vorschlag aus dem Kreise der Schüler zu akzeptieren und die vorliegende Frage durch einen improvisierten Versuch zu entscheiden. Es wäre also vom Standpunkt der Schule ein ganz besonderer Wert auf die im Satze 3 des Hochschulprogramms geforderte Ausbildung der Handfertigkeit

1) Ds. Zeitschr. XX S. 75.

zu legen; aber das genügt noch nicht! Die jungen Leute müßten auch schon auf der Hochschule lernen, experimentell zu denken, d. h. auf eine Frage mit einem rasch erdachten Versuch zu antworten und das ist eine Fähigkeit, die von manchem gar nicht und von den übrigen nur durch reiche Übung erworben wird. Also eifrigste Pflege der Freihandversuche tut besonders not.

Man wird ohne weiteres begreifen, daß ich von dem oben dargelegten Standpunkt aus nur dringend abraten kann, Vortragsübungen, bei denen die Kollegen des Vortragenden gleichsam die Schüler sind¹⁾, in den Hochschullehrplan aufzunehmen, wie dies Herr FISCHER im 5. Satze fordert; solche Vorträge können bei der Mehrzahl der Kandidaten nur Unheil stiften; wozu den jungen Leuten etwas lehren, was sie demnächst wieder umlernen müssen.

Dagegen wären solche Übungen durchaus zu empfehlen, wenn sie sich auf reine Demonstrationen beschränken würden; es würde sich dann um ein Praktikum „vergleichende Apparatenkunde“ im weiteren Sinne handeln, in dem den Teilnehmern beispielsweise aufgegeben würde, das Kapitel „Brechung der Lichtstrahlen“ mit Hilfe einer größeren Zahl der für diesen Zweck ersonnenen und konstruierten Apparate, älteren und jüngeren Formen, experimentell zu behandeln und die Versuche vorzuführen. Dabei wäre gleicherweise Gelegenheit zur Ausbildung des experimentellen Geschickes und in der Behandlung der Apparate gegeben, während andererseits die kritische Vergleichung der verschiedenen Methoden und Apparatentypen für die Kandidaten gleichfalls besonders wertvoll sein würde. Nur sollte auch hierbei, wie mir scheint, die Frage der Brauchbarkeit einer einzelnen Methode oder eines bestimmten Apparates für die besonderen Zwecke der Schule aus der Diskussion ausscheiden, denn über diese Frage ist doch nur derjenige kompetent, der mitten im Lehramt steht. An dem Beispiel des Galvanometers läßt sich leicht zeigen, wie die Ansprüche an ein solches Instrument je nach dem Standpunkt weit auseinander gehen; während der Hochschullehrer im allgemeinen dem Spiegelgalvanometer den Vorzug gibt, greift der Mittelschullehrer, wenn es irgend geht, aus methodischen und didaktischen Gründen lieber zu dem Vertikalgalvanometer oder einem Instrument mit Trommelablesung; er wünscht die Erscheinung möglichst unmittelbar zu zeigen, und er vermeidet gern jede Komplikation und besonders auch die Notwendigkeit der Zimmerverdunkelung, so lange es angängig ist.

Aus diesen Erwägungen ergibt sich aber als weitere Konsequenz, daß das Mittelschul-Seminar auf die unter Nr. 6 unseres Lehrplanes formulierten Veranstaltungen wohl kaum wird verzichten können, und daß hier eine Konkurrenz der beiden in Betracht kommenden Faktoren schwer zu vermeiden ist. Allein auch die unter Nr. 7 geforderten Übungen würden prinzipiell wohl richtiger am Seminar einer Mittelschule und nicht im Hochschulkursus vorgenommen, denn auch hierbei spielen fortwährend methodische Fragen mit in die Erwägung hinein, für deren Entscheidung die Hochschule nicht das richtige Forum sein kann.

Freilich ist es zur Durchführung dieser Aufgabe erforderlich, daß die betreffende Schule über eine reicher ausgestattete Sammlung von Demonstrationsapparaten verfügt, als dies für die gewöhnlichen Unterrichtszwecke und Ziele allein notwendig wäre. Gerade aus den Erfahrungen heraus, die ich am Gießener Seminar über diesen Gegenstand sammeln konnte, ist der im Jahre 1894 in einem Aufsatz zur Lehrmittelfrage von mir gemachte Vorschlag²⁾ erwachsen, die physikalischen Sammlungen der Seminaranstalten so zu vervollständigen und derart zu dotieren, daß sie als „Schulmuseen“ für die jüngeren Kollegen ein Lehrmittel, für die älteren eine zuverlässige und bequeme Auskunftsstelle bilden könnten.

Dagegen würde die Schule es nur sehr dankbar begrüßen können, wenn die Aufgabe 8 des Seminarlehrplanes (Erwerbung einer gewissen Handfertigkeit usw.) von der Hochschule übernommen und gelöst würde; sie ist hierzu gewiß weit besser geeignet und ausgerüstet als das Seminar einer Mittelschule, und diese würde dadurch freie Hand bekommen für solche Aufgaben, die ihr naturgemäß zustehen und ihr von keiner anderen Instanz abgenommen werden können.

¹⁾ Ds. Zeitschr. XIX S. 214.

²⁾ Ds. Zeitschr. VII S. 226.

Ich möchte also, um das Ergebnis meiner Einwände kurz zusammenzufassen, Herrn FISCHER vorschlagen, die Nr. 5 seines Programmes mit den Vortragsübungen ganz zu streichen¹⁾; es bleibt der Hochschule in den sechs übrigen Aufgaben noch ein hinreichend ausgedehntes Feld zu dankenswerter und ersprießlicher Tätigkeit.

Weitere Verwendung der Senkwage mit Zentigrammspindel.

Von

Prof. H. Rebenstorff in Dresden.

1. Die im vorigen Jahrgange dieser Zeitschrift S. 10 beschriebene Senkwage (Fig. 1) ist in erster Linie für das sichere und bequemere Wägen unter Wasser bestimmt.²⁾ Der Behandlung des spezifischen Gewichtes im Unterrichte kann man ein schnelles Aufsuchen dieser Zahl für wichtige Stofftypen anschließen.

Von besonderem Interesse ist die hohe Dichte des Platins. Diese zeigt man angenähert schon mittels der Dezigrammstücke eines Gewichtsatzes. Nach Aufschichten der 31 g Belastung auf die obere Schale läßt man die Einstellung am Skalenanfang beobachten und eine etwaige kleine Abweichung wegen der Temperaturempfindlichkeit des Apparates notieren. Nun legt man die Platinstücke zuerst auf die obere, dann auf die unter Wasser befindliche Schale, bestimmt den geringen Unterschied der Einstellungen und daraus die Dichte. Ein ebenso aufgelegtes messingenes 1 g-Stück zeigt den mehr als doppelten Gewichtsverlust von etwa 12 Zentigramm. Ebenso schnell, aber genauer arbeitet man mit den bekannten Kubikzentimetern aus verschiedenen Stoffen (Preisliste von M. Kohl, Nr. 21 626). Das absolute Gewicht dieser Stücke gibt das spez. Gewicht an, da nach Hinablegen in die untere Schale und Beschweren der Wage durch ein weiteres Gramm die erste Zentigrammeinstellung wiedererhalten wird. Aus Holz und Kork schneidet man Stücke von Reiterform, die mit ein wenig Reibung auf das Rohrstück der Senkwage unterhalb der Schwimmkugel aufschiebbar sind, und die durch Beschneiden das Gewicht eines ccm des

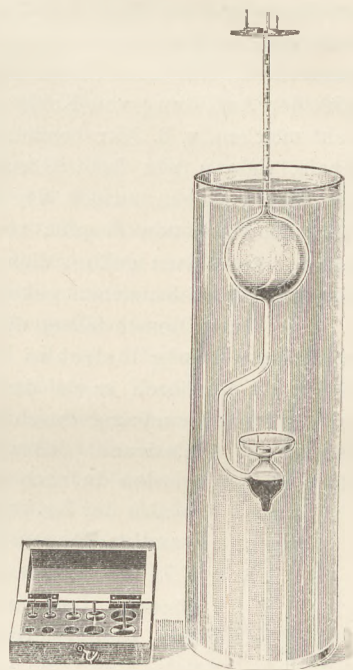


Fig. 1.

¹⁾ Die Redaktion ds. Zeitschr. kann dem obigen Vorschlage nur zustimmen; auch wäre es wohl zweckmäßiger, die Übungen in der Handhabung eigentlicher Schulapparate mehr in das Seminar zu verlegen, das freilich hierfür so reichlich ausgerüstet sein müßte, wie das Gießener Seminar. Die Instrumenten- und Apparatenkunde der Hochschule sollte sich vorwiegend auf Hochschulapparate beziehen: ist der Kandidat mit diesen vertraut, so wird es ihm nicht schwer werden, sich mit den einfacheren Schulapparaten zurecht zu finden. Auch entfällt dann für die Hochschule die Nötigung zur Beschaffung einer großen Zahl von Schulapparaten, über deren Verwendbarkeit schließlich doch der Mittelschullehrer das entscheidende Wort haben wird. Etwas anders ist es mit den von Fischer vorgeschlagenen Übungen im Aufbau eines Apparats aus gegebenen Elementen; diese Übungen gehören ebenso wie die Handfertigungsübungen ganz in das Bereich der Hochschule, sie sind dem künftigen Forscher ebenso nützlich wie dem künftigen Lehrer.

²⁾ Ein früher Vorläufer der Gewichtsäräometer zum Wägen in Luft sowie in Wasser, mit kalibrierter Spindel für die kleinsten Unterschiede findet sich beschrieben in: s'Gravesande, *Elementa Physices* (1720), S. 118; Fig. 5 der Tab. 22.

vorher bezüglich der Dichte geprüften Stoffes erhalten. Beim Gebrauche ergibt sich nach Auflegen auf die mit 31 g belastete Schale das Luftgewicht eines solchen Stückes; klemmt man es unten fest, so erhält man die gleiche Einstellung nach Auflegen eines Grammstückes.

2. Nur angedeutet sei, daß die Senkwage ein empfindliches Aräometer für Flüssigkeiten abgibt, die in reichlicher Menge zu Gebote stehen. So kann ein geringer Salzgehalt in Wasser damit bestimmt werden. Die Bedeutung der Einstellung ergibt sich aus dem auf einer Balkenwage zu bestimmenden Gewicht der Senkwage. Ein Hundertstel des Skalenbereiches entspricht bei meinem Apparate einer Differenz der spez. Gewichte von 0,000067, für dünne Kochsalzlösungen ungefähr einer Gehaltsverschiedenheit von $\frac{1}{100}$ Prozent. Man kann zur Wägung sehr verdünnter Lösungen auch einen leichten Glas Kolben benutzen, der, auf dem unteren Schälchen stehend, durch Draht am Rohrstück der Senkwage unterhalb der Schwimmkugel festgehalten wird. Man wägt den Kolben zunächst nach Untertauchen, also mit dem Wasser des Aräometerzylinders; nach dem Herausheben der Senkwage und Zurückgießen des Wassers bringt man die schwache Lösung hinein, das letzte ccm im Kolbenhalse durch destilliertes Wasser erfüllend, und bestimmt den Gewichtsunterschied. Auf diese Weise kann man z. B. die sehr kleine Gewichtszunahme des Wassers nach der Auflösung von Kohlensäure messen. Schwerere Flüssigkeiten, die mit Wasser sich nicht mischen, z. B. Nitrobenzol, wägt man in Wägegläschen zunächst in Luft auf der oberen Schale, sodann wie feste Körper unter Wasser. Freilich muß man vor dem Hinabsenken das Wägegläschen mittels der Spritzflasche auffüllen und hartnäckig an der Wasseroberfläche schwimmende Tropfen vor dem gänzlichen Füllen des Gläschens mit Wasser hinabstoßen. Am besten gelingt dies mittels eines runden Mikroskopdeckglases, an dessen Mitte oben ein Glasstabtielchen gekittet wurde.

3. Gute Dienste leistet die Senkwage bei der Abmessung kleiner Mengen der in Wasser wenig löslichen Gase. Alle Fehler infolge ungenauer Kalibrierung der Meßröhren sowie der besonders nach einigem Stehen so verschiedenen Wandbenetzung durch wässrige Flüssigkeiten (Verharren einzelner Tropfen an der Glaswand) fallen bei dem Verfahren fort. Die Volumina der Gasmengen werden dadurch bestimmt, daß die sie enthaltenden Glasgefäße unter Wasser mittels der Senkwage gewogen werden. Hierbei habe ich vorläufig nur sturkwandige Reagensgläser (die Taucherröhrchen ohne Seitenöffnung), ds. Zeitschr. XIII 249, verwendet, die, ohne zu schwimmen, 10–20 ccm Luft enthalten können. Das ganz oder zum Teil mit Wasser gefüllte Gläschen wird, mit dem Daumen verschlossen, verkehrt unter Wasser gebracht. Während die linke Hand die Senkwage, an der Schwimmkugel zugreifend, etwas anhebt, senkt man das Gläschen durch einen bei *d* (Fig. 2) festgewundenen Draht ring bis auf das Schälchen hinab. Das Gasvolumen ergibt sich aus der Differenz der Einstellungen der Senkwage bei Belastung mit dem nur Wasser bezw. mit dem die Gasmenge enthaltenden Gläschen.

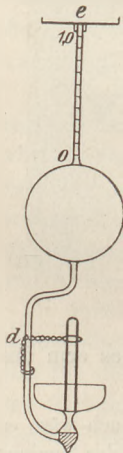


Fig. 2.

Bei den meisten Anwendungen des Verfahrens handelt es sich um Bestimmung des Gasvolumens vor und nach der Absorption eines Bestandteiles. Bei schnellem Verlaufe des Vorganges kann man von Änderungen des Luftdruckes absehen; nur der wechselnde Druck der Wassersäule, unter dem die Abwägungen der Luftmengen vorgenommen wurden, ist zu berücksichtigen. Um einen Vergleich der Gasvolumina zu ermöglichen, wird das eine auf den Druck reduziert, unter dem das andere Volumen gemessen wurde. Man wendet hierbei vorteilhaft die einfachen Reduktionsrechnungen an, die in ds. Zeitschr. XVIII 277 und XIX 200 angegeben wurden. Dasselbe gilt für Reduktionen bezüglich der etwa verschiedenen Temperaturen, unter denen die Abwägungen stattfanden. Nach jedem Abwägen notiert man die Zahl der auf dem oberen Schälchen liegenden Gramme sowie die Zentigramme an der Spindel. Zweckmäßig schreibt man diese Zahlen durch ein Zeichen getrennt hin (etwa 20; 0,315), d. h. bei einer Belastung lagen obenauf 20 g, und die Spindel

tauchte bis zur Angabe von 31,5 cg ein. Bei einem Versuche der Luftanalyse war z. B. das vorhin (20; 0,315) gewogene Gläschen, mit etwas Zimmerluft versehen, so viel leichter geworden, daß (30; 0,54) notiert wurde. Die Luft hatte daher das Gläschen nicht um volle 10 g, sondern wegen des tieferen Eintauchens der Spindel um $0,54 - 0,315 = 0,225$ g weniger leichter gemacht. Das Gewicht des von der Luftmenge verdrängten Wassers war also $10 - 0,225 = 9,775$ g. Nach Absorption des Sauerstoffes der Luftportion wurde beim Wägen (28; 0,57) gefunden; das Volumen hatte sich also auf $28 - 20 - (0,57 - 0,315) = 7,745$ ccm verkleinert. Temperatur und Meßdruck hatten sich während der Absorption nur unbedeutend geändert. Für deren Berücksichtigung gebe ich ein Beispiel, wenn ich hinzufüge, daß das erste (Luft-) Volumen 22 cm unterhalb der Wasseroberfläche bei $16,8^\circ$, das zweite (Stickstoff) 21 cm tief bei $17,4^\circ$ gewogen war. Ich reduziere das letztere auf Druck und Wärme, wie sie zu Anfang bestand: 1 cm größerer Druck entspricht 1‰ geringeren Volumens; $0,6^\circ$ niedrigerer Temperatur entsprechen 3‰ geringeren Volumens. (Auf je $0,3^\circ$ ist 1‰ , sowie auf je $0,7^\circ$ noch 1‰ wegen Luftfeuchtigkeit anzurechnen.) Zieht man die Summe der Reduktionsbeträge, also 4‰ , von dem Stickstoffvolumen ab, so erhält man $7,745 - 0,031 = 7,714$ ccm. Das Volumen der Luft hat hiernach um 2,061 ccm abgenommen, was $21,08\%$ ausmacht. An dieser Verkleinerung ist jedoch etwas Wasserdampf mitbeteiligt, dessen Volumen bei Zimmerwärme $\frac{1}{50}$ beträgt (s. die Reduktionsvereinfachungen a. a. O.). Man erhält somit einen Sauerstoffgehalt der Luft von $21,08 - 0,42 = 20,7\%$.

4. Um bei allen Bestimmungen dieser Art den Fehler infolge Auflösung eines Anteiles des zurückbleibenden Gases zu verkleinern, sind für die Absorptionen recht schnell wirkende Mittel anzuwenden. Zur Fortnahme des Sauerstoffes aus atmosphärischer Luft benutze ich dünne Phosphorstangen, die sich in einem Batterieglase mit Wasser befinden. Man schiebt sie von unten in die Luft des Gläschens empor, nachdem man dieses aus dem Wasser des Aräometerzylinders in das Absorptionsgefäß übergeführt hat.

Der bekannten Herstellung dünner Phosphorstangen sei der Hinweis beigefügt, daß sie leichter gelingt, wenn das zur Abkühlung des geschmolzenen Phosphors im Röhrchen dienende Wasser kühl ist (höchstens 15°); bei Sommerwärme lassen sich die dünnen Stangen schwerer herausziehen. Einen aufrechten Stand im Batterieglase erhalten die Phosphorstangen, wenn man sie (etwa 3 Stück) in kurze Röhren von der Weite der zur Herstellung der Stangen benutzten Röhre einschiebt, die aus einem massiven Bleifuß auf dem Boden des Batterieglases hervorragen (Fig. 3a). Man erhält ein solches Bleistück einfach so: Ein niedriger Holzzyylinder von etwa 5 cm Durchmesser wird durch genügend viel umgewickeltes und festgebundenes Papier verlängert. Nach dem Eingießen des Metalles in diese Hohlform senkt man in dessen Mitte die am andern Ende mit Draht zu einem Bündelchen vereinten Rohrstücke, die vorher in der Flamme angewärmt waren. Mit der Zange hält man das Bündelchen bis zum Erstarren des Metalles senkrecht

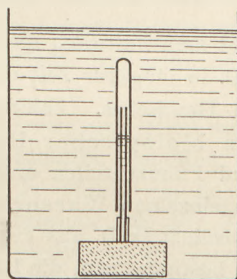


Fig. 3a.

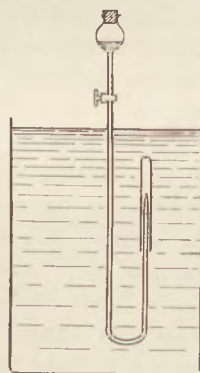


Fig. 3b.

fest. Nach dem späteren Einlegen in Wasser und Herausstoßern der Luft (es könnte ein Bläschen zur Unzeit nach oben steigen) kann man die Röhrchen mit den Phosphorstangen beschicken. Das Absorptionsgefäß bewahrt man zugedeckt und vor Licht geschützt auf. Besonders neue Stangen haben bisweilen so intensive Wirkung auf Sauerstoff, daß sie nach dem Überschieben des Röhrchens mit der Luft an einer Stelle durchschmelzen. Um den kleinen Apparat lange benutzen zu können, empfiehlt es sich, wenigstens zu Anfang das darübergeschobene Röhrchen einige Male wieder halb heraufzuziehen, so daß der Phosphor gekühlt wird.

In weniger als einer halben Stunde ist der Sauerstoff mittels dreier Phosphorstangen aus der kleinen Luftmenge völlig entfernt.

Kohlensäure, z. B. aus einer Probe Atemluft, kann man mittels eines Ätzkalistängelhens entfernen, das am einen Ende eines u-förmigen Drahtes sicher befestigt ist. Man schiebt es aus dem Wasser eines nicht zu kleinen Gefäßes in das eingesenkte Gläschen empor, wobei man es möglichst kurze Zeit mit dem Wasser in Berührung läßt. Nach der Absorption muß man das Gläschen durch Bewegen in reinem Wasser von Resten an Kalilauge befreien.

5. Ein anderes Verfahren der Absorption besteht darin, daß man das Röhrchen mit dem Gasvolumen über das aufwärts gebogene, zur feinen Spitze ausgezogene Ende eines Rohres stülpt, das am andern Ende einen Hahn und einen Glockentrichter besitzt (Fig. 3b). Man füllt den Trichter und die Röhre so mit der Absorptionsflüssigkeit, daß keine Luftblase in dieser ist, schließt den Hahn und setzt auf die Trichteröffnung einen später zu lüftenden Stopfen. Das Trichterrohr wird mittels Stativklemme über und in einem Batterieglass mit Wasser befestigt. Nach dem Überschieben des Gaswägegläschen unter der Wasseroberfläche läßt man die Absorptionsflüssigkeit ganz langsam am Rohr und den Wänden entlang fließen und versäumt nicht, rechtzeitig den Hahn abzuschließen. Vor dem Wägen auf der Senkwage ist das Gläschen mit seinem Wasser von den Resten der Absorptionsflüssigkeit zu befreien. Die Vorrichtung kann außer zur Absorption von Kohlensäure mittels einer Lauge auch bei der Bestimmung des Sauerstoffgehaltes von Bombengas benutzt werden. Da Phosphor bei größerem Partialdrucke bekanntlich den Sauerstoff nicht entfernt, so benutzt man zweckmäßig die Pyrogallussäure-Ätzkalimischung, um in kurzer Zeit die meistens eine Anzahl von Prozenten betragenden Verunreinigungen zu erhalten und auf der Senkwage zu wägen.

6. Bei solchen Anwendungen der Senkwage benutzt man den weiten, ebenfalls von M. Kohl in Chemnitz zu beziehenden Standzylinder. Die Farbenskala der Spindel ermöglicht eine Ablesung ohne Drehen von jeder Seite her. Eine etwa zerbrochene Spindel kann unter Abgleichung des Gewichtes am Nickelschälchen billigen Ersatz finden.

7. Es sei gestattet, noch auf einige weitere Anwendungen des Apparates für Schüler hinzuweisen. Lehrreich sind die Volumenänderungen von Gasen, die in den oben beschriebenen Gaswägegläschen einige Zeit sich selbst überlassen bleiben. Werden sie nach Tagen und Wochen wieder gewogen, so bemerkt man an Sauerstoff und Wasserstoff in den in Bechergläsern mit destilliertem Wasser (oder Wasser mit ganz wenig Formalinzusatz) stehenden Röhrchen ein allmähliches Schwinden des Inhaltes. Bei Stickstoff ist der Verlust geringer.

Auch rückwärts sieht man natürlich die Gase wandern; an die Stelle einer größeren Wasserstoffmenge tritt z. B. in längerer Zeit ein viel kleineres Volumen eines aus den Luftbestandteilen bestehenden Gemisches. Zahlreiche Anwendungen sind zur Abmessung und Untersuchung von Gasen biologischer Herkunft möglich; übrigens bietet auch das Abwägen von Tieren und Pflanzenteilen unter Wasser (dicke Blätter mit und ohne Licht) vielerlei Interessantes. In einzelnen Wasserleitungen ist das Wasser so reich an Luft, daß es stets schäumend ausfließt (z. B. aus der Leitung für die Militärgebäude von Dresden-Albertstadt). Sehr einfach bestimmt man die Luftmenge, wenn man in soeben ausgeflossenes Wasser ein Gaswägegläschen leer so eintaucht, daß es in der Mitte der Wassermasse sich anfüllt, es mit dem Daumen schließt und nach dem Aufsteigen der in der abgefangenen Wasserportion gelöst gewesenen Luftmenge auf die Setzwage bringt. Ein Volta-Mikrometer kann man sich leicht aus einem Glase mit verdünnter Säure oder Salzlösung herichten, indem mittels eines ganz vollgegossenen Gaswägegläschens eine Kathode überdeckt wird, während die Anode außerhalb daneben eintaucht. Verfügt man über eine Wage zum Abwägen eines Magnesiumspänchens auf Dezimilligramme genau (Glasfaden mit einem festen Ende und geeichter Skale hinter dem freien anderen Ende als Ersatz), so gelingt ein nicht ungenauer quantitativer Versuch, wie folgt. In ein am einen Ende geschlossenes fingerstarkes Winkelrohr mit etwa 6 cm langen Schenkeln (Fig. 4a) gießt man bis zur Umbiegung

verdünnte Schwefel- oder Salzsäure und hierauf Brennspritus. Man hält dann die Biegung des Rohres nach unten (*b*) und läßt das Magnesiumstückchen durch den Alkohol bis an die Säure fallen, im selben Augenblicke das Röhrchen so aufrichtend (*c*), daß alle Gasblasen und das Metall in der Säure emporsteigen, und die Flüssigkeit entsprechend aus dem Röhrchen gedrängt wird. Nach dem baldigen Aufhören der Gasentwicklung senkt man das Röhrchen in Wasser in einem größeren Gefaße, so daß zunächst nur der offene Schenkel voll läuft. Alsdann schiebt man über das zweckmäßig etwas engere offene Ende ein Gaswägeglaßchen und dreht das Winkelrohr so herum, daß aller Wasserstoff in das Gläschen gelangt. Die Gewichtserleichterung des Gläschens ergibt das Volumen des entwickelten Wasserstoffes. Man erhält bei 19,5° und Normaldruck so viele ccm des Gases, wie mg des Metalles aufgelöst wurden. Ein cg der Skale der Senkwagenspindel entspricht $\frac{1}{100000}$ g des Metalles.



Fig. 4.

Besondere Isolierungsmethoden.

Von

W. Holtz in Greifswald.

1. Eingesetzte Isolatoren.

a) Bei schwacher Elektrizität. Hierher gehören Glas- oder Ebonitstäbe, welche man als Handhaben oder Stützen in Kugeln, Zylinder oder andere Leiter setzt.

Damit möglichst wenig Elektrizität vom Leiter zum Isolator übergehe, hält A. RIGHI die Oberfläche des Leiters vom Isolator ab, indem er letzteren im Innern des ersteren befestigt oder (Fig. 1) an den Leiter äußerlich eine Röhre setzt, auf deren Grunde der Isolator befestigt wird (A. RIGHI, *Die moderne Theorie der physikalischen Erscheinungen*, deutsch von DESSAU, S. 57. 1905). Nach gleichem Prinzip müßte eine in die Innenröhre einer Kugel gesteckte Ebonitstange dort, wo sie sich der Oberfläche nähert, dünner gedreht sein (Fig. 2), oder es würde auf den Grund der Röhre zunächst ein Ebonitstück mit Loch und in dieses ein Glas- oder Ebonitstab einzupassen sein. In feuchter Luft aber dürfte der Kunstgriff wenig nützen, weil, wenn die Oberfläche des Isolators etwas leitet, er auch von der Innenfläche des Leiters Elektrizität empfängt, wenigstens wenn er aus letzterem hervorsieht, was ja im vorliegenden Falle nicht zu vermeiden ist.



Fig. 1.

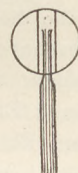


Fig. 2.

Ein anderes, speziell für feuchte Luft berechnetes Mittel schlägt H. SCHERING (*Physik. Zeitschr.* 5, S. 451, 1904) vor, indem er der Elektrizität den Weg über die Oberfläche des Isolators dadurch zu erschweren sucht, daß er in diesen, was freilich nur bei Ebonit möglich ist, eine große Reihe ringförmiger Nuten stechen läßt (Fig. 3). Für Glasisolierung empfehle ich nach gleichem Prinzip, in die Innenröhre einer Kugel zunächst eine längere zugeschmolzene Glasröhre zu stecken und in diese einen noch längeren Glasstab, welcher letztere nur an ihrem Ende berührt, wo er mit Siegellack festgekittet ist (Fig. 4).



Fig. 3.



Fig. 4.

Beide Mittel lassen sich mit dem RIGHI'schen Kunstgriff verbinden, wodurch der Leiter eine besonders gute Isolierung erfahren muß, indem man den SCHERING'schen Ebonitstab sowie die eben besprochene Glasröhre enger als die Innenröhre der Kugel nimmt und im Innern zu befestigen sucht.

b) Bei starker Elektrizität. Bei hoher Spannung hätte es keinen Zweck, wenn man die Oberfläche des Leiters vom Isolator entfernen wollte, da es sich hier um Ausströmungen handelt nach dem Isolator wie nach der Luft, welche so nicht vermieden, sondern eher be-

günstigt würden. Hier gilt es, den Leiter so umzuformen, daß er dem Isolator gegenüber keine Kanten zeigt.

Dies erkannte schon VAN MARUM, und er verfiel auch gleich auf das geeignetste Mittel, besagte Ausströmungen zu vermeiden, indem er den Leiter dort, wo der Isolator aus ihm hervortrat, abrundete durch Löcher, welche sich erweiterten, so daß jener hier ringförmig gestaltet war (VAN MARUM, *Beschreibung einer großen Elektrisiermaschine, deutsche Übersetzung 1, S. 6, 1786*). Da er solche Löcher aber nicht gut im Konduktor seiner Maschine anbringen konnte, brachte er sie in gesonderten, aus Kupfer getriebenen Kugeln an, welche er unmittelbar unter dem Konduktor auf den Glasstab steckte, der den letzteren trug (Fig. 5). Die Sache konnte zweckmäßiger gar nicht eingerichtet werden, und es ist zu verwundern, daß sie keine Nachahmer bei späteren Konstruktionen fand.

Solche Kugel ist freilich nicht leicht herstellbar; deshalb will ich bemerken, daß sich annähernd der gleiche Effekt auch mit einem hölzernen Ellipsoide erreichen läßt, das bei 6 cm Durchmesser etwa 3 cm hoch ist und ein zylindrisches Loch haben kann, da eine Erweiterung hier nicht nötig ist (Fig. 6). Solch ein Ellipsoid hält dann die Ausströmung der Metallkante zurück, während es selber als Halbleiter weniger zu Ausströmungen neigt; nur muß die Oberfläche recht glatt sein und darf beim Zusammentrocknen keine Risse bekommen.

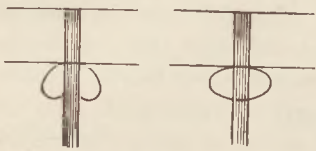


Fig. 5.

Fig. 6.

Etwas teurer, aber — weil es nicht eintrocknet — beständiger und sonst von gleicher Wirkung ist ein Ellipsoid aus Ebonit, wobei der Umstand, daß es an der Oberfläche allmählich etwas leitend wird, nicht weiter nachteilig ist.

Übrigens dürfte bei Influenzmaschinen, weil man hier meist beide Pole isoliert, so daß die Spannung an jedem geringer ist, ein Bedürfnis für obige Isolierungsweise der Konduktoren weniger vorhanden sein.

2. Eingesetzte Leiter.

Eingesetzte Leiter nenne ich solche, welche der Isolator, der ihnen als Fuß oder Handhabe dienen soll, in einem ihrer Teile umfaßt. Es sind Kugeln oder Hohl scheiben mit eingeschobenen oder sonst eingesetzten Rohrstücken, welche den Leiter um $2\text{--}2\frac{1}{2}$ cm überragen, oder längere Stangen und Röhren, welche wie die Entladungsstangen mit ihrem einen Ende in dem Isolator stecken. Als Isolator kann wegen der einzubohrenden Löcher nur Ebonit genommen werden. Für geringe Spannung können die Rohrstücke beliebig dünn sein, für große müssen sie $1\text{--}1\frac{1}{2}$ cm dick sein, um Ausströmungen zu vermeiden, welche übrigens weniger eintreten, wenn die Kugel- oder Scheibenfläche dem oberen Ende des Isolators ganz anliegt, als wenn ein Zwischenraum vorhanden ist. Die Löcher sollten nicht tiefer sein als das Rohrstück lang ist, und ihr Grund etwas verrundet sein, um Durchbrüche zu verhüten. Übrigens dürfte bei $1\frac{1}{2}$ cm weiten Löchern und $\frac{1}{4}$ cm dicker Ebonitwand auch bei hoher Spannung kein Durchbruch zu befürchten sein.

Für die Entladungsstangen bedarf es noch einer besonderen Einrichtung, um Ausströmungen, welche die Funkenlänge beeinträchtigen würden, möglichst zu umgehen. Man muß die Löcher, aus denen sie hervortreten, nahe der Mündung und etwa 1 cm lang ein gut Teil weiter bohren, so daß zwischen Metall und Ebonit ein $\frac{1}{2}$ cm dicker Luftraum bleibt, und muß demgemäß das Ebonitstück entsprechend dicker nehmen. Man entzieht hiermit dem etwa hervorbrechenden Büschel die Möglichkeit des Gleitens an der vorderen Ebonitwand, wodurch man ihn teilweise unterdrückt. Unterläßt man es, so werden gerade dort, wo die Stange den Isolator verläßt, am ehesten Ausströmungen entstehen. Deshalb sieht man an älteren guten Influenzmaschinen Ebonithefte mit muschelartiger Erweiterung, wie sie Herr Mechaniker BORCHARDT auf meine Anregung anzufertigen pflegte. An neueren sieht man sie weniger, aber sie mögen hier, weil man der Metallbelege halber doch auf das Maximum der Funkenlänge verzichtet, weniger nötig sein.

Dieselbe Einrichtung würde übrigens auch der Ebonitröhre zu geben sein, welche ich

neuerdings (*Drud. Ann.* 17, S. 356) für die Glasdurchbohrung empfohlen habe. Auch hier muß man das Loch, wo die Entladungsstange aus ihr hervortritt, weiter aufbohren, um Ausströmungen und überschlagende Funken zu verhüten.

3. Die Reibzeugbelege.

Beim Reibzeuge der Elektrisiermaschine ist es diejenige Kante des Amalgambelags, welche die Glasscheibe verläßt, die ihrer Ladung am gefährlichsten ist, weil ein Ausgleich der Elektrizitäten bei höherer Dichte eher statthat, und an der Endkante der Leiter die Dichte am größten ist. Letztere herabzusetzen, ist der Hauptzweck der Seidenflügel, wie es schon 1789 von NICHOLSON vermutet wurde (*Phil. Trans.* 79, S. 265), und zwar wirken sie so, weil sie mit der Amalgamfläche gleichnamig elektrisch werden, und ihre Elektrizität die Elektrizität der fraglichen Kante vertreibt. Noch besser aber tut dies ein Papierstück, das man hinter das amalgamierte Zeug legt, so daß es dieses in der Rotationsrichtung der Scheibe um einige Centimeter überragt. Es ist ein ähnlicher Effekt wie derjenige der früher genannten Holzellipsoide, welche die Ausströmung des Leiters zurückdrängen, ohne daß an ihnen eine gleiche zu befürchten wäre. Noch besser vielleicht wirken zwei Papierstücke, ein dickeres, das die Amalgamfläche, und hinter diesem ein dünneres, das dieses um etwas überragt, weil es dem beabsichtigten Zwecke am ehesten entsprechen muß, wenn sich das Leitungsvermögen allmählich verliert.

Auch sonst noch kann man dasselbe erreichen und zugleich das Amalgam und das für seine Befestigung nötige Fett umgehen, wenn man nämlich auf die Holzfläche der Kissen zunächst ein Kartonstück legt, das dort, wo die Scheibe das Kissen verläßt, zylinderartig nach außen gebogen ist, und auf dieses ein oben und unten etwas kürzeres Stück Silberpapier, das nicht bis an die ebengedachte Rundung reicht, wobei die Befestigung am zweckmäßigsten so ist, daß beide Stücke sonst lose und nur an der Hinterkante der Kissen angeleimt sind (Fig. 7). Der Karton unterdrückt die Ausströmung der Silberkante, während bei ihm als einem Halbleiter und mehr noch der Rundung halber solche nicht resultieren kann. Die Maschine wirkt im übrigen sehr gut, und gleichzeitig ist die Reibung auf ein Minimum reduziert.

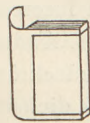


Fig. 7.

4. Die Flaschenbelege.

Wie man Influenzmaschinen mit Metallbelegen dadurch wirksamer macht, daß man die Stanniolstücke auf ein vorher aufgeklebtes, etwas größeres Papierstück setzt, kann man auch bei Leydener Flaschen Ausströmungen und Randentladungen dadurch beschränken, daß man die Kante der Belege durch 1 cm breite Papierstreifen verdeckt. Zuvor muß aber der Rand, wenn es nicht bereits geschehen wäre (der innere mittels eines besonderen Schneideinstrumentes), möglichst glatt geschnitten werden. Für den innern Beleg gibt es aber noch ein besseres Schutzmittel, nämlich eine Korkscheibe, auf den zentralen Leiter gesteckt, die, das Glas berührend, dicht über dem Belege liegt. Sind die Zylindergläser in der Mitte etwas weiter, so muß die Scheibe, in zwei Teile geschnitten, erst im Glase zusammengesetzt werden, indem man die Stücke auf eine kleinere, an der Stange sitzende Scheibe so aufleimt, daß der Rand das Glas berührt, wenn zwischen den Stücken auch ein Zwischenraum bleibt. Bei weiten Gläsern kann man statt einer größeren Korkscheibe eine Pappscheibe nehmen, welche auf einer kleineren Korkscheibe aufliegt oder auf diese aufgeleimt wird. Einer Erklärung der Wirkung bedarf es nach dem früher Gesagten nicht.

Anfüllen der Gläser mit Öl über den inneren Beleg hinaus ist aus mehreren Gründen unbequem, aber auch deshalb nicht ratsam, weil so angefüllte Gläser eher von der Elektrizität durchbrochen werden. Aus letzterem Grunde empfiehlt es sich auch nicht, das Glas zu lackieren, was nebenbei gegen Ausströmungen und Randentladungen nur wenig Nutzen hätte.

5. Die Schiebezyylinder.

Bei besseren Influenzmaschinen stehen, durch kurze Ebonitfüße isoliert, auf dem Vorderbrett zwei mit Klemmschrauben armierte Messingsäulen, welche sich bis an die Ent-

ladungsstangen verlängern lassen. Sie dienen dazu, die Entladungen der Flasche unter Einschaltung größerer oder kleinerer Luftstrecken durch irgend welche Körper zu schicken. Zuweilen passiert es nun bei größeren Widerständen, wie z. B. bei hart gewordenen Röntgenröhren, daß die Funken nicht durch sie, sondern durch die Luft von Messingsäule zu Messingsäule gehen; oder von einer derselben nach dem Außenbelege einer Flasche oder nach dem beide Außenbelege verbindenden, vor der Brettkante liegenden Draht.

Um solche Fehlentladungen zu beseitigen oder zu beschränken, wird ein für allemal über den Draht eine etwas dickwandige Glasröhre geschoben, wofür man natürlich das eine der krummen Enden erst auszuglühn und gerade zu biegen hat. Im übrigen braucht man noch drei 2 mm dicke Ebonitplatten, von denen man die eine, höhere, zwischen die beiden Messingsäulen und die anderen, welche höchstens bis an die Entladungsstangen reichen, zwischen je eine der Messingsäulen und je eine der Flaschen stellt. Die Platten werden nicht weiter befestigt, sondern nur einfach angelehnt. Statt des Ebonits genügen auch Glasplatten, wenn ihre scharfen Kanten gebrochen sind.

6. Der Elektrophordeckel.

Ein Elektrophordeckel an Fäden läßt sich bekanntlich nicht horizontal abheben, weshalb man seiner Mitte meist eine kurze Röhre anheftet, in die man einen Glasstab steckt. Aber dies ist nicht gut wegen der Ausströmung am oberen Röhrenende, und weil die Röhre nur durch Löten zu befestigen ist, wobei das Blech sich zu werfen pflegt. Besser ist es, man paßt den Glasstab in eine runde Holzscheibe, die 5 cm groß und 3 cm dick ist und ihrerseits mittels venetianischen Terpentin dem Deckel einfach aufgeheftet wird.

Andere als Blechdeckel sind überhaupt kaum empfehlenswert, da mit Stanniol beklebte Holzdeckel sich immer verziehen, und dies um so eher, je dünner sie sind, während andererseits dickere keine langen Funken geben. Letzteres kommt daher, weil der Deckel meist positiv elektrisch wird, und an positiven Elektroden, wenn sie stärker gekrümmt sind, eher Funken entstehen, weshalb auch die dicken Hohl scheiben, welche man manchmal als Elektrophordeckel gebraucht, nur kurze Funken geben. Für die Krümmung kommt hier übrigens zweierlei, der Halbmesser der Randrundung und der Halbmesser der Scheibe, in Betracht.

Während bei einem Holzdeckel der Rand leicht abzurunden ist, ist dies bei einem Blechstück mit Schwierigkeiten verknüpft. Ein geschickter Klempner bringt es aber fertig, es bei Einlage eines Drahtes wulstartig umzubiegen, ohne daß der Deckel windschief wird.



Fig. 8.

Ich empfehle als Einlage einen 5 mm dicken Aluminiumdraht, wenn der Deckel die übliche Größe hat. Leichter ist es, über den Rand einer runden Zinkscheibe eine zu einem Kreise gebogene Zinnröhre zu legen, 6 mm weit und 1 mm wanddick, wie sie in Fabriken angefertigt werden. Der Durchmesser des Ringes

von Mitte zu Mitte muß etwas größer als der Durchmesser der Scheibe sein. Eine Verschiebung kann leicht durch vier Holzklötzchen verhütet werden, die mit venetianischem Terpentin dem Deckel anzuheften sind (Fig. 8). Wollte man den Ring anlöten, so würde sich hierbei die Scheibe verziehen.

Ich habe mit solchen Deckeln bei einem Elektrophore gewöhnlicher Größe 4–5 cm lange Funken erhalten.

7. Das Isoliermaterial.

Sehen wir von Kieselsäure ab, die man geschmolzen nur in feinsten Stäbchen erhält, sowie von Schwefel, Schellack und Siegellack, die zwar sehr gut isolieren, aber ihrer Zerbrechlichkeit halber nur eine beschränkte Anwendung finden können, so würden für den gewöhnlichen Gebrauch nur Glas, Ebonit und für aufzuhängende Körper allenfalls noch Seide zu beachten sein.

a) *Glas.* Die Glashütten stellen von Jahr zu Jahr immer mehr leichtflüssige und damit für elektrische Zwecke unbrauchbare Gläser her. Ich bezog längere Zeit vorzügliches Glas aus Böhmen, aber vor einigen Jahren hörte die Brauchbarkeit auch dieser Ware auf.

Früher führte eine Berliner Handlung physikalischer und chemischer Apparate für Leydener Flaschen und überhaupt für elektrische Zwecke ein besonderes Glas. Ob es heute noch so ist, weiß ich nicht gewiß, aber ich glaube, daß es nach 100 Jahren überhaupt kein elektrisch brauchbares Glas mehr gibt. Man prüft die Brauchbarkeit, indem man es in trockener Luft reibt und sieht, wie stark es elektrisch wird, und wie lange es elektrisch bleibt. Früher lackierte man es, damit es besser isoliere, mit einer Schellacklösung. Ich empfehle mehr eine Lösung von Kollodiumwolle in Amylacetat, wie sie (s. ds. Zeitschr. XVI 93 und XVIII 143) von ADAMI vorgeschlagen ist. Unbrauchbar gewordene Lackschichten entfernt man am besten, indem man die Stücke mehrere Tage in Wasser liegen läßt.

b) *Ebonit*. So wie Kautschukröhren heute gewöhnlich nicht mehr isolieren, ist auch die Isolationsfähigkeit des Ebonits im Laufe der Jahre immer mangelhafter geworden, doch führen die Fabriken neben gemischter Ware meist noch eine bessere, deren Reinheit sie garantieren. Von dicken Unterlegklötzen etwa abgesehen, würde diese für elektrische Zwecke die allein brauchbare sein. Aber auch der beste Ebonit wird mit der Zeit leitend, an der Oberfläche wenigstens, worauf zuerst W. WRIGHT aufmerksam machte (*Pogg. Ann.* 146, S. 626), zumal unter elektrischer Einwirkung, wobei, wie WRIGHT meint, das Ozon das Ebonit zersetzt, und der Sauerstoff der Luft sich mit dem Schwefel zu Schwefelsäure alliiert. Er empfiehlt, letztere durch kohlensaure Magnesia fortzuschaffen, aber ich meine, Wasser müßte auch genügen, wenn die Oberfläche nicht sonst noch verändert wäre. So ist es aber, zumal bei längerer Einwirkung von Sonnenlicht, auch wenn elektrische Einwirkungen ferngehalten werden. Solche Stücke werden indessen wieder brauchbar, wenn man sie abwäscht, trocknet und mit der obengenannten Flüssigkeit lackiert. Nur für gewisse Zwecke, z. B. zur Darstellung Lichtenberg'scher Figuren, sollten immer neue, wohlpolierte und unlackierte Stücke genommen werden.

c) *Seide*. Die Reinheit der Seide prüft man bekanntlich durch Anzünden. Wenn sie etwas weiter brennt ohne zu glimmen, ist sie rein, glimmt sie, ist sie mit Baumwolle vermischt. Reine Nähseide findet man heute kaum noch im Handel, am ehesten in kleinen Geschäften, wo sie aus früherer Zeit unverkauft liegen geblieben ist. Besser als solche isoliert aber ein Kokonfaden. Ich hing zwei gleich stark elektrisierte Kugeln, die eine an einem längeren Faden reiner Nähseide, die andere an einem gleichlangen doppelten Kokonfaden, auf. Erstere hatte schon nach 3 Stunden ihre Ladung verloren, während letztere noch nach 4 Stunden etwas elektrisch war.

Die letztgenannten Versuche veranlaßten mich, zu prüfen, wie sich die RIGMISCHE Isolierungsmethode bei reiner Nähseide verhalten möchte. Ich hing beide Kugeln an 1 m langen Fäden auf, wobei der eine aber tief innerlich und so befestigt war, daß er nirgends die Oberfläche berührte. Beide Kugeln verloren immer gleichschnell ihre Ladung, wenigstens konnte ich keinen Unterschied konstatieren. Bei geringer Leitung nützt also das Verfahren nichts. Bei vollkommener Isolierung würde es überflüssig sein. Zwischen vollkommener Isolierung und geringer Leitung ist aber noch ein Spielraum, für den es immerhin nützen kann.

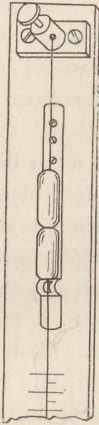
Kleine Mitteilungen.

Ein Apparat zur Demonstration der Wucht eines fallenden Körpers.

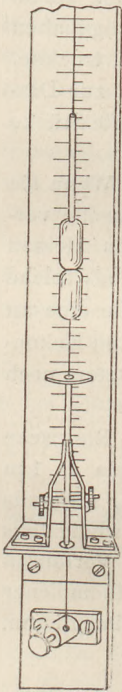
Von E. Grimschl in Hamburg.

Vor einer Holzleiste von 2 m Länge und 5 cm Breite ist mittels zweier Klemmschrauben ein dünner Stahldraht vertikal ausgespannt. Die Holzleiste wird entweder an der Wand vertikal aufgehängt, oder sie ist an einem festen Fußstative vertikal befestigt. Die beiden Figuren zeigen den oberen und unteren Teil der Leiste. Hinter dem Stahldraht ist auf der Leiste ein vertikaler Maßstab von 150 cm Länge befestigt. Der Maßstab reicht nicht bis zum oberen Ende der Leiste, da der obere Teil nicht als Fallraum benutzt wird. Der dünne Stahldraht dient als lose Führung für einen fallenden Körper; dieser besteht

aus einem dünnen Messingröhrchen, an dessen unterem Ende ein zylindrischer Messingkörper mit zentraler Bohrung befestigt ist. Die Masse des Röhrchens einschließlich des darauf befestigten Messingzylinders beträgt 25 g. Drei Messingzylinder von gleichem Durchmesser und je 25 g Masse können mit leichter Reibung über das Messingröhrchen geschoben werden, so daß man also Massen von 25 g, 50 g, 75 g, 100 g herstellen kann. Am oberen Ende der Leiste befindet sich eine federnde Stellvorrichtung, die den Zweck hat, die Messingzylinder beim Nichtgebrauch festzuhalten. So ist in dem oberen Teil der Figur abgebildet, wie zwei Messingzylinder festgehalten werden, wenn man mit der fallenden Masse von 50 g Versuche anstellen will.



Am unteren Ende der Holzleiste sind auf einer Konsole zwei messingene Blattfedern befestigt, deren gegenseitige Spannung mittels zweier Rändelkopfschrauben verändert werden kann. Zwischen den oberen Enden der Blattfedern ist ein dünnes leichtes Messingröhrchen mit Reibung festgeklammt. An dem oberen Ende dieses Röhrchens ist eine kreisförmige dünne Messingscheibe befestigt, deren Stellung an dem dahinter befindlichen Maßstabe abgelesen werden kann.



Läßt man die Fallmasse in irgend einer Höhe los, so fällt sie herunter, trifft auf das obere Ende des mit Reibung beweglichen Messingröhrchens und treibt dieses um einen bestimmten Betrag nach unten zwischen die Blattfedern ein. Der untere Teil der Figur zeigt den Moment, kurz bevor die Masse von 50 g auf das Röhrchen stößt. Der fallende Körper leistet hierbei Arbeit und verliert seine kinetische Energie. Zwei fallende Körper leisten dann dieselbe Arbeit, wenn sie das Röhrchen um denselben Betrag eintreiben, sie haben also dann dieselbe kinetische Energie oder dieselbe Wucht gehabt. Es ergibt sich nun leicht aus den Versuchen, daß man die Masse von 25 g aus der vierfachen Fallhöhe fallen lassen muß, wie die Masse von 100 g, um das Messingröhrchen bis zu derselben Tiefe einzutreiben. Als Fallhöhe ist hierbei natürlich die Fallhöhe bis zu dem Momente zu rechnen, wo die Masse zur Ruhe kommt, also bis zu der Stelle, wo das Röhrchen eingetrieben ist, nicht bis zu der Anfangsstellung des Röhrchens. In derselben Weise ergibt sich, daß stets das Produkt aus dem fallenden Gewicht und der Fallhöhe dasselbe sein muß, um dieselbe Arbeit zu leisten. Rechnet man aus der Fallhöhe die Endgeschwindigkeit aus, so folgt, daß die Wucht des fallenden Körpers dieselbe ist, wenn das Produkt aus Masse und Quadrat der Geschwindigkeit dasselbe ist.

Ein dem beschriebenen Apparat im Prinzip ähnlicher, jedoch in der Ausführung verschiedener Apparat ist in ds. Zeitschr. XV 268 von E. Maey beschrieben. Die dort gemachten allgemeinen Bemerkungen über die notwendige geringe Masse des gestoßenen Körpers (bei meinem Apparat also des unteren Messingröhrchens mit Scheibe) gelten auch für den hier beschriebenen Apparat in gleicher Weise.

Demonstration der Geschwindigkeit bei ungleichförmigen Bewegungen.

Von E. Grimsehl in Hamburg.

Zu der nachfolgenden Demonstration wurde ich geführt, als ich beobachtete, daß bei der Herstellung der Lissajousschen Figuren durch Sand, der aus einem trichterförmigen Gefäß eines Doppelpendels ausfloß, immer am Ende jeder Schwingung die Sandhaufen höher wurden als in der Mitte, so daß sich bei längerer Versuchsdauer ein vollständiges Sandrelief von wunderbarer Schönheit ausbildete, an dem man nicht nur die einzelnen Schwingungsfiguren nachträglich deutlich erkennen konnte, sondern aus dem man auch schließen konnte, daß die Geschwindigkeit am Rande des Reliefs größer war als in der Mitte. Es schien mir

aussichtsreich, die Höhe der ausgeflossenen Sandmenge als Maß für die Geschwindigkeit zu benutzen, wenn man nur verhindert, daß der Sand seitlich auseinanderfließt. Dieser Gedanke, den ich alsbald experimentell durchführte, ist in der Tat wohl geeignet, die Geschwindigkeit bei ungleichförmigen Bewegungen in jedem Augenblicke zu messen. Ich beschränke mich darauf, die Ausführung für den Fall zu beschreiben, wo die Geschwindigkeit des ebenen Pendels messend konstruiert werden soll, füge aber hinzu, daß es keinerlei Schwierigkeiten bietet, die Ausführung für andere Bewegungen durchzuführen.

Ich benutze ein aus Blech hergestelltes trichterförmiges Gefäß (Fig. 1) von etwa 15 cm oberer Weite und 12 cm Höhe, das ich mit einem zylindrischen Bleimantel umgossen habe, um die Masse möglichst groß zu machen. An zwei einander gegenüber liegenden Stellen des oberen Randes sind zwei Haken angelötet, an denen das Gefäß unter der Zimmerdecke bifilar aufgehängt wird, so daß es also nur ebene Schwingungen ausführen kann. Die Länge der Anhänggefäden ist so bemessen, daß die untere Spitze des Trichters etwa 7 cm über der Tischplatte schwingt. Unmittelbar unter der Trichteröffnung wird ein aus zwei Glasplatten von 30 cm Länge und 6 cm Höhe hergestelltes schmales Glasgefäß, dessen Seitenwandungen ungefähr 2 mm voneinander entfernt sind, aufgestellt. Nun versetzt man das schwere Pendel in Schwingungen von solcher Amplitude, daß ihr Ende mit den Enden des schmalen Glasgefäßes übereinstimmt. Schüttet man dann einen Löffel gut gesiebten, feinen, staubfreien Sandes in den Trichter, so fließt der Sand in feinem

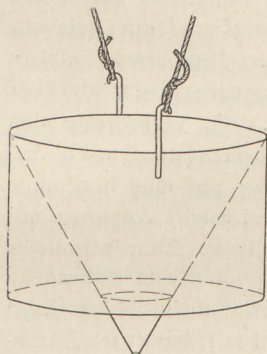


Fig. 1.

Strahle in das schmale Glasgefäß aus. Nach einigen Schwingungen ist der Sand völlig ausgelaufen, und es ist die durch Fig. 2 dargestellte Schüttungskurve entstanden. Es ist leicht, die Sandhöhe in jedem Punkte zu messen. Der reziproke Wert der Sandhöhe ist der Geschwindigkeit in jedem Punkte proportional. Bequemer ist es, wenn man sich vorher eine Kurve von der Form $y = \frac{1}{\cos x}$ konstruiert und als Schablone ausschneidet.

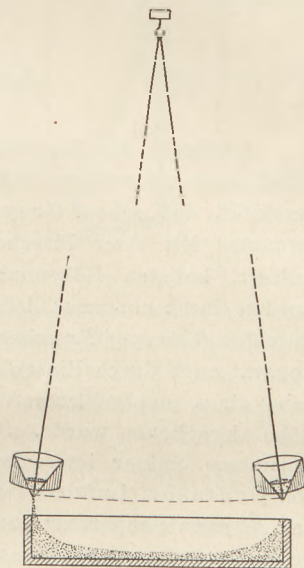


Fig. 2.

Man erkennt dann, daß die Schüttungskurve mit Ausnahme der äußersten Enden, wo die Kurve ja ins Unendliche steigen müßte, übereinstimmt. Nur an den äußersten Enden ist eine merkbare Abweichung vorhanden, denn hier fällt naturgemäß der Sand wegen des zu großen Böschungswinkels etwas zusammen. In den übrigen Teilen stimmt die Schüttungskurve mit auffallender Genauigkeit mit der theoretischen Kurve überein.

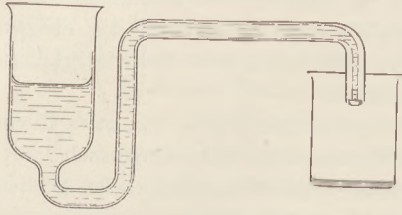
Daß dieses Verfahren auch bei anderen Bewegungen anwendbar ist, ergibt sich aus dem Dargestellten von selbst. Praktische Anwendung kann dieses Verfahren haben, um die Bewegung der Kolbenstange einer Dampfmaschine in jedem Punkte in bezug auf ihre Geschwindigkeit darzustellen und zu untersuchen.

Verminderung der Oberflächenspannung des Wassers durch Ätherdämpfe.

Von E. Grimschl in Hamburg.

Das Vorhandensein der Oberflächenspannung bei Wasser und ihre Verminderung durch die Anwesenheit von Ätherdämpfen läßt sich durch folgenden Demonstrationsversuch in bequemer Weise vorführen. An das untere Ende eines aus einem weiteren Glasrohr geblasenen zylindrischen Gefäßes ist ein Glasrohr von etwa 8 mm äußerem Durchmesser

angeschmolzen, das in der aus der Figur ersichtlichen Form gebogen ist. Das äußere, vertikal nach unten gebogene Ende des Rohres besteht aus einer dickwandigen Kapillaren von 1 mm innerem und 8 mm äußerem Durchmesser. Gießt man das weitere zylindrische Rohr,



das in einem Bunsenstativ befestigt ist, voll Wasser so fließt ein Teil des Wassers aus dem Kapillarrohr aus, doch bleibt zuletzt ein Tropfen mit konvexer Oberfläche hängen, dessen Oberflächenspannung so groß ist, daß das Niveau im weiteren Rohr etwa 1 mm höher steht als die Ausflußöffnung. Nähert man der Ausflußöffnung nun von unten ein kleines Becherglas,

auf dessen Boden einige Tropfen Schwefeläther gegossen sind, der durch Verdunsten das Becherglas bald mit Ätherdämpfen füllt, so fließt sofort, infolge der durch die Ätherdämpfe verminderten Oberflächenspannung, eine größere Wassermenge aus, bis das Niveau im weiteren Gefäß annähernd so hoch steht wie die Ausflußöffnung.

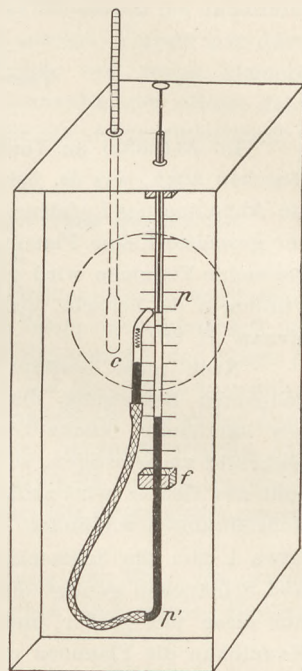
Apparate für Luftdruckänderungen.

Von H. Rebenstorff in Dresden.

Bezüglich der Vorrichtungen, mit denen Schwankungen des Luftdruckes an der Luft selbst gemessen werden, indem ein Luftvolumen auf ein Manometer einwirkt, sei vorausgeschickt, daß schon Gray vor fast 200 Jahren ein empfindliches Barometer dieser Art benutzte. Mit einer Flasche, die eine Bodenschicht gefärbten Wassers und ein Steigrohr enthielt, konnten Höhenunterschiede annähernd gemessen werden. Temperatureinflüsse wurden durch ein umschließendes Gefäß mit Sand verlangsamt. Desaguliers, der hierüber berichtet (*Course of Experimental Philosophy*, Bd. 2, 1734; *franz. Ausg. S. 417*), verbesserte den Apparat auch durch Einsenken der Luftflasche in Wasser, dessen Wärmezustand nach Angabe eines empfindlichen Weingeistthermoskopes vor jeder Ablesung auf eine bestimmte Höhe abgeglichen wurde. Seit der Herstellung genauer Aneroids sind solche Apparate mit Ausnahme einiger interessanten Konstruktionen, die zum Messen dienen (Mundbarometer von Grützner, Luftdruckbarometer von K. T. Fischer), zu mehr qualitativem Gebrauche der „*physica pauperum*“ verblieben. Das dem Barometer Grays sehr ähnliche „Hypsoskop“ Schäffers (BOHN, *Apparate S. 67 1902*) könnte die Druckabnahme in 1 m Höhe durch Höhersteigen des Wassers im senkrechten Rohre um 1000:773 oder fast 1,3 mm erkennbar machen; die dafür angegebene Manometerdifferenz von 8 cm ist nur bei wagerechter Lage des Meßrohres möglich. Der so abgeänderte Apparat ist dann dem „Variometer“ verwandt, von dem erwähnt sei, daß die fast beständigen kleinen Luftdruckschwankungen, die es bemerkbar macht, ebenfalls schon in Desaguliers Werk (*a. a. O. S. 402*) erwähnt sind. Mit seinem „Baroskop“ fand Caswell in Oxford diese auf, die mit im Zimmer kaum hörbaren Windstößen gleichzeitig waren. Derselbe berichtet ferner, daß geringe Drucksteigerungen meistens den Durchgang von Wolken durch das Zenit begleiten. Es erinnert dies an die bekanntlich bisweilen Wolken bildenden Windwogen.

Mit einfachen Mitteln kann man sich einen Luftdruckmesser zusammenstellen, bei dem weder ein Abgleichen der Temperatur noch eine umständliche Berechnung (oder Tabelle) wegen Wärmeänderungen nötig ist. Der Einfluß der Temperatur ist unter verschiedenstem äußeren Luftdrucke unverändert, wenn die Luftmenge des Apparates vor jeder Ablesung des Druckes auf ein und dasselbe Volumen gebracht wird. Dies geschieht durch senkrecht Verschieben des etwa 20 cm langen Rohres *p* (s. Fig.), das durch einen engen Schlauch mit dem Rohre *c* verbunden ist und damit ein Quecksilbermanometer bildet. Dieses befindet sich auf der Vorderwand eines Kästchens, in dem das an *c* anschließende, das Luftvolumen enthaltende Gefäß (punktiert) sowie der untere Teil eines Thermometers gleich daneben, in Watte dicht verpackt, eingeschlossen sind. Das Rohr des Thermometers durchbohrt eine

Seitenwand und hat hier, aufwärts gebogen, seine Skale. Verfügt man nur über ein gerades Thermometer t , so läßt man es oben herausragen. Um das Instrument (für Schüler) transportabler zu machen, ist das Rohr c oben mit einem Wattepflock versehen und in p ein Draht mit einem Wattekolben herabschiebbar. Um — bei der Vorbereitung — das Glasgefäß nebst dem kurzen Rohransatz noch eventuell auszutrocknen, kann man das Rohr in einen durchbohrten Stopfen stecken, den man einige Tage auf einer Flasche mit Schwefelsäure läßt. Die Öffnung des etwa 5 mm weiten Rohres ist mit einer 2 mm weiten Spitze versehen. Beim Zusammensetzen des Manometers soll in dem Rohre, das man dann in den quecksilbergefüllten Schlauch schiebt, etwa 30 mm hoch Quecksilber sein, was durch voraufgehendes Erwärmen und Einsenken in das Metall erzielt wird. Die Wände des Kästchens springen um das Manometer herum so vor, daß dieses durch eine vordere Tür oder Schieber ebenfalls eingeschlossen werden kann. Das Rohr p ist zwischen festgesiegelte weiche Kork- oder Filzstücken f gebettet; zwei Drahtösen hindern ein Herausspringen. Man greift an der unteren Biegung p' zu. Besser bringt man eine kleine Schraubklemme für das zu verschiebende Rohr an. Hinter dem Manometer ist eine mm-Skale angebracht.



Beim Gebrauche des Apparates sollen die Änderungen des Luftdruckes mit der Zeit oder nach Besteigungen von geringeren Höhen (einige 100 m) erkannt werden. Das Thermometer wird ebenfalls um einige Grade anders zeigen. Beim Ausgehen von einem am richtigen Barometer abgelesenen Luftdrucke hatte man aber einen solchen Punkt der mm-Skale für die Abgrenzung des Luftvolumens in c sich gemerkt, daß auf je 2 Grad Temperaturänderung eine Druckänderung von genau 5 mm kommt, so daß der sofort ersichtliche Temperatureinfluß der gemessenen Druckänderung beizufügen ist. Der Druck von x mm unter dem dies bei t^0 stattfindet, resultiert aus der Gleichung $\frac{2 \cdot x}{273 + t} = 5$; für 19^0 ergibt

sich z. B. $x = 730$ mm; für 15^0 : $x = 720$ mm. Interpolierend findet man sofort den für die anschließenden Messungen geeigneten Druck für das Luftvolumen, bei dem die Wärmekorrektion so einfach ist. Nach der Angabe eines Barometers stellt man dann das Manometer so ein, daß der gewünschte Druck im Luftvolumen besteht, und markiert mit scharfem Bleistift auf der Skale die Begrenzung in c , auf die später immer wieder einzustellen ist. Die dem bekannten Barometerstande zugehörige Niveaudifferenz am Manometer wird ebenfalls notiert. Wird dann — etwa auf der Bergeshöhe — nach Abgleichung des Luftvolumens in c der Quecksilberstand in p um 22 mm höher gefunden, während das Thermometer um $3,8^0$ gesunken ist, so hat man eine Abnahme des Luftdruckes um $22 + 3,8 \cdot 5/2 = 31,5$ mm konstatiert.

Angedeutet sei hier nur, daß eine ähnliche Vorrichtung sich in größeren (13,6 mal) Dimensionen (500 ccm Luftraum) mittels eines Wassermanometers herstellen läßt. Befindet sich im Luftraum eine Bodenschicht Schwefelsäure und in der anschließenden Röhre ein Wattepfropf, so bleibt die Luft genügend trocken. Man stellt so ein, daß auf 2^0 Temperaturänderung 7 cm Wasserdruckänderung kommen. Für 19^0 ergibt sich aus $2/292 \cdot x = 7$ eine nach dem Barometerstand mittels des Manometers zu erzielende Druckgröße von $x = 1022$ cm; für 15^0 : $x = 1008$ cm. Die täglichen Schwankungen des Barometers sind an dem hohen Manometerrohr nach jedesmaliger Einstellung in recht lehrreicher Weise meßbar. Als Luftraum gebrauchte ich eine in ein Batterieglas mit Wasser gesenkte, beschwerte Flasche. Der Apparat kann an der Wand hängen und auf dem Tische stehen. Jedes Zentel Grad Änderung des eingetauchten Thermometers veranlaßt eine Korrektion von $\pm 0,7$ cm. Um das

Manometerwasser bei etwaigen größeren Temperaturänderungen zurückzuhalten, empfiehlt sich für die Aufbewahrung das Einklemmen des Schlauches.

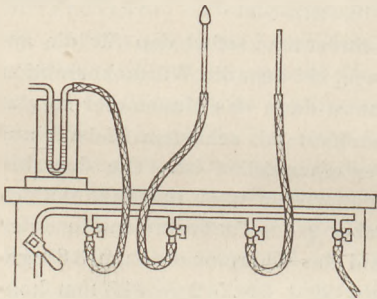
Vereinfachte Versuche über Gasniveaus.

Von **H. Rebenstorff** in Dresden.

Im Anschluß an Versuche mit einem abschließbaren „Variometer“, dessen Anzeige-
röhrchen auch, wie ds. Zeitschr. XVI 276 angegeben wurde, projiziert werden kann, zeigen
die Abnahme des Luftdruckes mit der Höhe sehr einfach zwei von einer gegabelten Leitung
her gespeiste kleine Flammen bei ganz geringer Gaszufuhr; die auf etwas höheres Niveau
gebrachte Flammen wird größer. Hübsche Änderungen der Anordnung Neyreneufs (1882)
wurden in ds. Zeitschr. mehrfach angegeben (vgl. Frick-Lehmann, Phys. Technik, 7. Aufl. „Gas-
niveau“ S. 982).

Noch nicht erwähnt ist wohl, daß die einfachste Versuchsanordnung in der aus-
gedehnten Benutzung der Gasleitung des Experimentiertisches besteht. Man braucht
nur handlange Stücke Glasrohr in die Schläuche zu schieben und in Stativklemmen
senkrecht zu befestigen, so daß die Ausströmungsöffnungen in gleicher Höhe sind. Der Haupt-
hahn des Tisches wird zunächst etwa halb geöffnet und das Gas an den nur wenig verengten
Rohröffnungen entzündet. Dann macht man die Flammen mittels des Haupthahnes kleiner
(etwa 1 cm); die Schlauchhähne bleiben ganz offen. Bei gewöhnlicher Weite von Röhren
und Schläuchen genügt ein Höherschieben des Niveaus der einen Flamme auf wenige cm,
um diese viel größer und leuchtender als die andere zu machen. Stellt man mit dem
Haupthahn die Flammen möglichst klein, so steigert sich die Empfindlichkeit des Versuches
fast ebenso weit, wie dies für andere Anordnungen angegeben wurde, bei denen die Gasreibung
geringer als in längeren Gasschläuchen ist. Zur Erklärung darf man die Schüler nicht zu
weit ausholen lassen: Das Gas strömt mit seinem infolge der Hahnstellung so geringen Druck
dort aus, wo der Luftdruck noch etwas geringer ist, also oben mehr als einige cm tiefer.

Eine Entscheidung der Frage, wie das Öffnen eines dritten Hahnes der Tischleitung
wirke, gibt der Versuch. Meistens sagen nur einzelne Schüler das zunächst hellere, dann
nach geraumer Zeit entleuchtete Brennen der Flammen
voraus. Nach Schließen des Hahnes, durch den Luft
einströmte, erholt sich zunächst die dem Haupthahn
nähere Flamme, die fast doppelte Größe erhält, da im
anderen Schlauche das noch luftreiche Gas sehr lang-
sam aufwärts strömt. Man kann noch zeigen, daß ein
durch Tiefhalten mit Luft erfüllter Schlauch so bleibt,
wenn er auch hinterher wieder aufwärts geführt wird.
In Rücksicht auf Zeitverluste durch Abwarten sei er-
wähnt, daß man den Haupthahn ja nur kurz ganz zu
öffnen braucht, um alle Schläuche wieder mit Gas zu



füllen. Ist wieder eine empfindliche Niveaustellung vorgenommen, so wirkt Erhitzen des
einen Rohres wie das Anheben. Fächeln gegen die eine Flamme (von oben nach unten)
beeinflusst entgegengesetzt sofort die andere.

Trägheit, also Masse eines Gasstromes, macht man erkennbar, wenn man an einen
Schlauch einer Tischleitung ein Wassermanometer anschließt und bei ganz geöffnetem Haupt-
hahn den am weitesten entfernten Schlauchhahn plötzlich (ohne Brenner) öffnet bez. schließt.
Auf die Druckanzeige des Manometers wirkt dies ebenso wie bei dem analogen Versuche
mit der Wasserleitung (ds. Zeitschr. XIV 211¹⁾). Die Schwankungen infolge des Geschwindig-

¹⁾ Das dort beschriebene Rohr für Versuche über den Druck in Wasserleitungen ist kalibriert
(100 ccm) von Gustav Müller in Ilmenau zu beziehen und zeigt die fast beständigen sowie die ab-
sichtlich verstärkten Schwankungen überraschend deutlich.

keitswechsels des Gasstromes betragen, wenn der letzte Schlauchbahn am Tische gestellt wird, 1–2 cm, sind also in einer Klasse überall bemerkbar; ein herangerufener Schüler konstatiert, daß nach dem schnellen Aufhören der Schwankungen das Manometer bei dauerndem Offenstehen eines Schlauchhahnes nur 1–2 mm geringeren Druck anzeigt. Versetzt man durch Drücken des Schlauches das Manometerwasser in Schwingungen von soviel kleinerer Amplitude, so sind sie nur aus der Nähe erkennbar; die starken Schwankungen rühren daher von der Trägheit des Gases her und ergänzen deren Nachweis für alle Aggregatzustände.

Vorführung der Bewegung des Zeigers einer Wage über der Skale.

Von Dr. D. van Gulik in Wageningen (Holland).

Bekanntlich sind mehrere Demonstrationswagen und Wagbalkenmodelle beschrieben und konstruiert worden (Weinhold S. 89, Frick II § 40), z. B. die Wage nach Schwedoff und ein Wagemodell nach Buff, welche alle geeignet sind, bei der Behandlung der Wage im physikalischen Unterricht gute Dienste zu leisten. Soll aber auf den höheren Lehranstalten die Prüfung einer feinen Wage (z. B. die Bestimmung der Empfindlichkeit und deren Änderung mit der Belastung) und ihr Gebrauch für exakte Messungen behandelt werden, oder soll im Laufe irgend eines Versuches eine genaue Wägung ausgeführt werden, so scheint eine Methode erwünscht, welche die Bewegung des Zeigers über der Skale einem ganzen Auditorium sichtbar macht.

Bei gewissen Wagen führt hier vielleicht die Spiegelablesung zum Ziel. Ich demonstriere aber beim Unterricht an der hiesigen Landwirtschaftlichen Hochschule (Hoogere

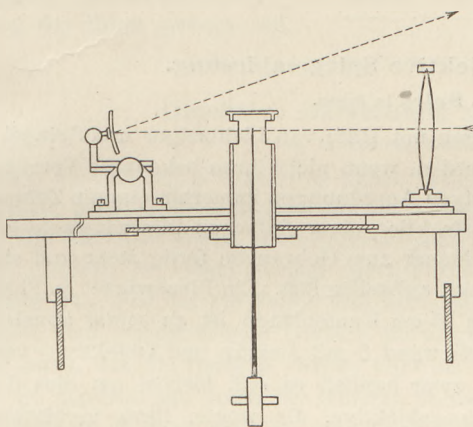


Fig. 1.

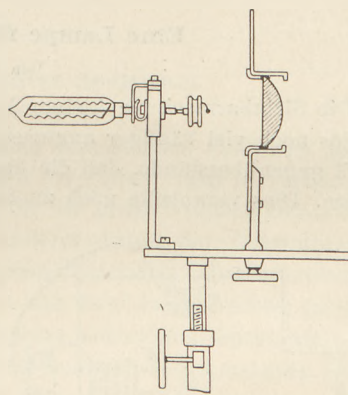


Fig. 2.

Land- Tuin- en Boschbouw School) mit einer Wage mittlerer Empfindlichkeit, 1 Skalenteil = 4 mg. Dieselbe ist, wie beim gewöhnlichen Gebrauche, mit dem Vorderschieber den Schülern zugewandt und in folgender Weise ausgestattet (vergl. Fig. 1).

Der Balken trägt in der Mitte einen zweiten feinen Zeiger aus Aluminium, welcher vertikal in die Höhe gerichtet ist. Durch ein rundes Loch (25 mm Durchmesser) in der Deckscheibe ragt dieser Zeiger etwa 6 cm aus dem Glaskasten heraus.

In dem Loche der Deckscheibe ist ein vertikales Messingrohr von 7 cm Höhe angebracht. Das Rohr ist nicht weit vom oberen Abschluß mit zwei flachen gläsernen Fenstern versehen, welche einander gegenüberstehen, um die Projektion der Zeigerspitze zu ermöglichen.

Das Projektionsbild wird von einem kleinen Hohlspiegel von 5 cm Brennweite auf einen 60 cm langen Pappschild geworfen. Die Skalenteilung ist auf diesem Schild angebracht, der gerade hinter der Wage an der Wand befestigt ist. (Ich hatte zuerst die Absicht, mit der Zeigerspitze auch die Skalenteilung, welche auf ein Fenster eingätzt war, zu

projizieren. Obgleich aber der Zeiger in unmittelbarer Nähe dieses Fensters schwang, erschienen beide Bilder auf dem Schirme nicht gleichzeitig scharf.)

Auf der Rückseite des Glaskastens ist noch eine Kondensorlinse angebracht, welche das nahezu parallel einfallende Lichtbündel des Beleuchtungsapparates auf den Hohlspiegel konvergiert. Spiegel und Linse sind, wie aus der Figur ersichtlich, mit dem Messingrohr durch einen Messingstreifen fest verbunden; der Spiegel wird von einem Kugelgelenk getragen und ist mittels eines Triebes genau einzustellen.

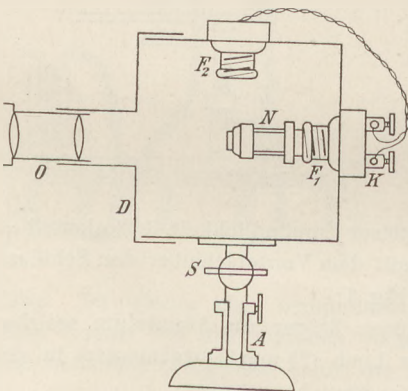
Auf dem Schirm erscheint ein umgekehrtes Bild; die Zeigerspitze ist hier also nach unten gerichtet und bewegt sich bei Belastung der rechten Schale nach links, was vollkommen der Bewegung des niederwärts gerichteten Zeigers über der unteren Skale entspricht. Das Projektionsbild stellt deshalb eine gleichförmige Vergrößerung der Bewegung des Wagezeigers über der üblichen Skale dar. Eben diese Gleichförmigkeit beider Bewegungen ist wichtig, weil sich die Schüler sogleich das Abschätzen der Umkehrpunkte usw. unter normalen Verhältnissen angewöhnen.

Mein Beleuchtungsapparat gehört zu den kurzbrennweitigen Systemen, wovon im Mai-Heft 1906 dieser Zeitschrift die Rede war. Die Lichtquelle (vergl. Fig. 2 in $\frac{1}{4}$ nat. Gr.) ist eine Nernstlampe von 1 Amp. und 110 Volt, deren Mechanismus insoweit vereinfacht ist, daß der Heizkörper nicht ausgeschaltet wird. Der Kondensor ist eine plankonvexe Linse von $5\frac{1}{2}$ cm Durchmesser und nur 5 cm Brennweite; er läßt sich mit seiner Fassung über mehrere cm verschieben. Das parallele Lichtstrahlenbündel hat also einen geringen Durchmesser, aber die Lichtstärke ist groß, so daß das Zimmer gar nicht völlig verdunkelt zu werden braucht. Der kleine Apparat ist im Gebrauch sehr bequem und für viele Demonstrationen verwendbar.

Eine Lampe für objektive Spiegelablesung.

Von Prof. P. Spies in Posen.

Die Sichtbarmachung kleiner Drehungen mit Hilfe von Lichtzeiger und Spiegel würde zweifellos noch viel häufiger angewendet werden, wenn nicht ihren bekannten Vorzügen der Nachteil gegenüberstände, daß die dazu nötigen Anordnungen immerhin einigen Zeitaufwand erfordern. Dies veranlaßte mich zu der Konstruktion einer einfachen „Galvanometerlaterne“,



die immer zum Gebrauche fertig steht und sich sehr schnell aufstellen läßt. Ein Blechwürfel (s. Figur) von etwa 15 cm Kantenlänge ist an seiner abnehmbaren Vorderwand D mit Auszug und Objektiv O versehen, und zwar handelt es sich hierbei um eins der Projektionsobjektive, die wegen ihres verhältnismäßig geringen Preises (etwa 16 M) in den Kabinetten in mehreren Exemplaren — zur Erzielung verschiedener Vergrößerung — beschafft zu werden pflegen, so daß besondere Kosten durch diesen Teil des Apparates nicht entstehen. An der Rückseite des Kastens befindet sich die Glühlampenfassung F_1 , in die man am besten eine Nernstlampe N einschraubt. Von dem Nernstkörper entwirft das Objektiv ein helles, achro-

matisches Bild, das auch dann noch im wenig verdunkelten Zimmer zu sehen ist, wenn man das Licht zunächst auf den Spiegel des Galvanometers oder sonstigen Meßinstrumentes richtet; selbstverständlich richtet sich die Helligkeit des reflektierten Bildes nach der Größe des Spiegels.

Die Lampenfassung ist nebst den Zuleitungsklemmen auf einem Klotz K befestigt, der um eine wagerechte Achse drehbar ist, so daß der Nernstkörper lotrecht oder wagerecht gestellt werden kann, je nachdem die Drehungsachse des Spiegels lotrecht oder wagerecht ist. Die Aufstellung der Laterne wird ferner erleichtert durch den Auszug A und das mit Flügel-

schraube versehene Gelenk *S*. Der Blechkasten ist nach Art einer Projektionslaterne zum Zwecke der Ventilation im Boden und Deckel mit Löchern versehen, die gegen Lichtdurchgang abgeblendet sind.

Wenn Strom von wenigstens 110 Volt nicht zur Verfügung steht, wird dem Apparate eine kleine Osmiumlampe beigegeben¹⁾, die 6 Volt Spannung hat und bereits einen recht guten Lichtzeiger gibt. Man kann hierbei mit Vorteil die Fassung F_2 verwenden, die parallel zu F_1 geschaltet ist. Diese Fassung dient außerdem zur Aufnahme einer Kohlenfadenglühlampe bei einem besonderen Versuche, der hier beiläufig erwähnt werden mag. Dazu ersetzen wir den Deckel mit Objektivrohr durch einen glatten Deckel, der eine große, mit schwarzem Papier verklebte Öffnung besitzt. Stich man dann in dieses Papier mit einer Nadel ein Loch (oder mehrere), so bildet das Ganze eine Lochkamera, d. h. es zeigt sich auf der gegenüberliegenden Wand bezw. dem Projektionsschirm ein umgekehrtes, stark vergrößertes Bild der Kohlenfadenschleife; wegen der großen Flächenhelligkeit des Kohlenfadens ist dieser Versuch zum Nachweis der geradlinigen Fortpflanzung des Lichtes den Versuchen mit Kerzen- oder Gasflamme weit vorzuziehen.

Von den Versuchen, für die der Apparat in erster Linie gebaut ist, erwähne ich nur die Anwendung des Lichtzeigers bei der Wägung. Ohne jede Schwierigkeit läßt sich — eventuell unter Zuhilfenahme eines Stückchens Kork — am Wagebalken ein Spiegelchen befestigen und die dadurch bewirkte Gleichgewichtsstörung mittels der Regulierschrauben ausgleichen. Der Lichtzeiger wird auf eine Vertikalskala reflektiert. Einerseits ist nunmehr die Ablesung genauer, andererseits ist die objektive Darstellung der Ausschläge dann besonders wichtig, wenn man sich für eine ganze Anzahl von Ablesungen — hier für die Ausschläge rechts und links, von denen das Mittel genommen werden muß — die Mitwirkung der Hörer sichern will.

Objektive Darstellung sekundärer Spektren.

Von **Wilhelm Volkmann** in Berlin.

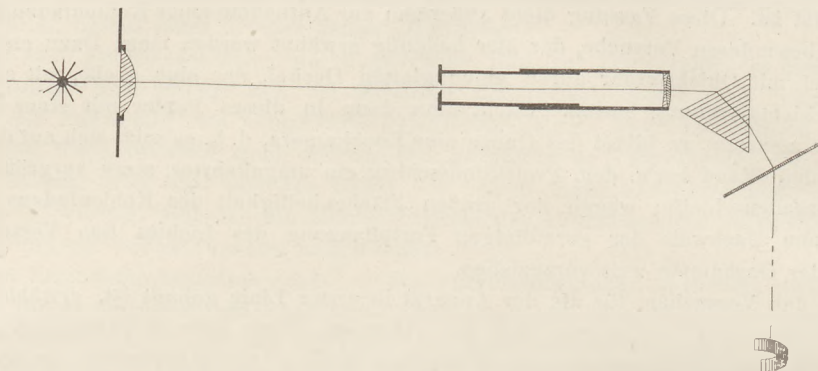
Die verschiedenen Glassorten haben nicht nur eine verschiedene Fähigkeit das Licht abzulenken, sondern sie zerstreuen bei dieser Gelegenheit die Farben auch in verschiedenem Maße. Die auf diese Weise entstehenden Spektren sind für die meisten Gläser einander nicht ähnlich, sondern in jedem kommt jeder Farbe ein anderer Anteil der Gesamtbreite des Spektrums zu. Das hat zur Folge, daß man bei der Zusammensetzung einer achromatischen Linse aus zwei verschiedenen Gläsern im allgemeinen nur zwei Farben völlig genau vereinigen kann, daß die übrigen Farben aber als sogenanntes sekundäres Spektrum daneben fallen. So störend nun auch bei feineren optischen Instrumenten das sekundäre Spektrum ist, so erreicht es doch nie die Ausdehnung, die zur bequemen Demonstration vor einer größeren Hörerschaft erforderlich wäre.

Die Gelegenheit, mit einer Thorpschen Kopie eines Rowlandgitters zu experimentieren, brachte mich auf den Gedanken, aus Gitter und Prisma eine achromatische Kombination zu bilden. Dabei war ein ungemein breites sekundäres Spektrum zu erwarten, das wohl geeignet sein konnte, den verschiedenen Gang der Dispersion bei Gitter und Prisma recht auffällig hervorzuheben. Das schöne lichtstarke Spektrum erster Ordnung des Gitters war beträchtlich breiter als das Spektrum, das von einem gleichseitigen Zimmtäthylprisma im Minimum der Ablenkung erhalten wurde, es gelang aber bei einer mäßigen Drehung des Prismas dem Spektrum eine ausreichende Breite zu geben.

Nach diesen Vorversuchen wurde das sekundäre Spektrum folgendermaßen erzeugt: Das Licht der 10 Amp.-Bogenlampe fiel durch eine Kondensorlinse von 5 cm. Durchmesser und 7 cm. Brennweite auf den Spalt (s. Fig.), wo es zu einem vergrößerten Bilde des glühenden Kohlenendes vereinigt wurde. Der Spalt war, wie beim Spaltrohr des Bunsenschen Spektros-

¹⁾ Der Apparat kann durch die Firma Ferd. Ernecke, Berlin-Tempelhof bezogen werden.

kopes, an dem Auszug eines Fernrohres befestigt und wurde von der Fernrohrlinse mäßig vergrößert auf dem Schirm abgebildet. Nunmehr wurde das Prisma etwas aus der Minimumstellung gedreht vor das Fernrohr gestellt und der ganze Tisch soviel geschwenkt, daß das Spektrum auf dem Schirm erschien. Die Einschiebung des Gitters in den Gang der Strahlen machte noch eine weitere Schwenkung des Tisches im gleichen Sinne wie vorher, nötig. Bei einer geringen Drehung des Prismas ändert sich das Aussehen des sekundären Spektrums,



indem nun andere Farbenpaare, wie zuvor, zusammenfallen. Um die Zusammensetzung des sekundären Spektrums aus je zwei Farben an jeder Stelle noch deutlicher zu machen, kann man das Gitter in seiner Ebene ein wenig drehen. Es entsteht dann ein bandförmig zurückgebogenes Spektrum, wie es die Figur andeutet, und die gleich weit abgelenkten Farben liegen übereinander.

Bei der sehr großen Dispersion ist ein sehr breiter Spalt anwendbar. Dagegen ist es bei der zuletzt beschriebenen Abart des Versuches nützlich, keinen sehr hohen Spalt anzuwenden oder einen solchen entsprechend zu begrenzen.

Eine einfache Rotationsvorrichtung für Selbstanfertigung.

Von **W. Biegon von Czudnochowski** in Berlin-Wilmersdorf.

Bei einer großen Anzahl z. T. für den Unterricht sehr wichtiger Versuche handelt es sich darum, etwas in schnelle Umdrehung zu versetzen; hier sind zu nennen: die Farbmischversuche mit Farbenscheiben oder KOLBES Farbencylinder, der Versuch über die kurze Dauer eines elektrischen Funkens mit Hilfe einer schnell umlaufenden Scheibe mit abwechselnd schwarzen und weißen Sektoren, die Versuche mit rotierenden Spiegeln zur Analyse von singenden Flammen, von Wechselstromlichtbögen oder intermittierenden Entladungen. Zur Hervorbringung der hierzu nötigen Rotationsbewegung bedient man sich entweder der Schwungmaschinen oder neuerdings elektrischer Motoren, für Farbenscheiben auch wohl besonderer Uhrwerke oder des Farbenkreisels; letzter ist im Gebrauche nicht bequem, die übrigen angegebenen Vorrichtungen z. T. recht teuer, so daß es nicht ohne Interesse sein dürfte, wenn im nachstehenden ein einfacher, leicht herzustellender und nicht kostspieliger Ersatz obengenannter Hilfsmittel beschrieben wird.

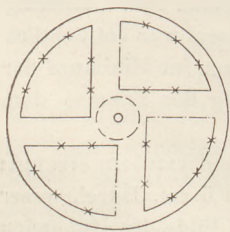


Fig. 1.

In der einfachsten Weise — Ausführung I — erhält man eine brauchbare Rotationsvorrichtung auf folgende Art: Man schneidet aus nicht zu starkem Karton oder Pappendeckel eine Kreisscheibe von etwa 6 cm Durchmesser aus (Fig. 1), schneidet diese dann in der durch die gekreuzten Linien angegebenen Weise ein und biegt die so entstehenden Lappen längs der strichpunktirten Linien sämtlich nach einer Seite rechtwinklig zur Scheibenebene auf. In der Mitte der Scheibe *A* befestigt man sodann auf derselben Seite, auf der sich die aufgebogenen Lappen befinden, ein cylindrisches

Stück guten festen Korkes *B* (Fig. 2), bohrt dann sauber in diesen senkrecht zur Scheibenebene ein Loch und setzt in dieses ein Stück etwas konisch gezogenen und mit einer Kuppe zugeschmolzenen Glasrohres *C* fest ein; endlich befestigt man noch in dem Kork zwei aus Stecknadeln leicht herzustellende Stifte *D* in gleichem Abstände von der Scheibenmitte. Sodann nimmt man ein quadratisches leichtes Brett — Cigarrenkistendeckel — von ~ 10 cm Seitenlänge *E* (Fig. 3), befestigt in dessen Mitte eine größere Garnrolle *F*, setzt in diese einen cylindrischen Stab *G* aus festem feinfaserigen Holz fest ein und befestigt endlich in diesem, ebenfalls

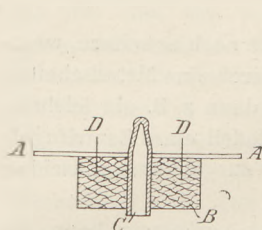


Fig. 2.

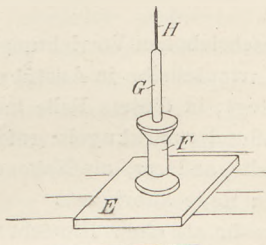


Fig. 3.

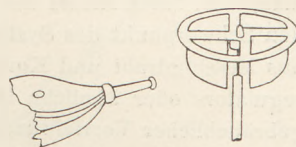


Fig. 4.

möglichst senkrecht zum Grundbrette *A*, eine starke Nadel — Stopfnadel — mit aufwärts gekehrter Spitze *H*. Setzt man nun das Flügelrad Fig. 1 und 2 mit dem Glashütchen *C* auf die Nadelspitze und bläst nun mit einem gewöhnlichen kleinen Haushaltsblasebalg einseitig gegen die Flügel nach Fig. 4, so kommt das Flügelrad sehr schnell in rasche gleichmäßige Umdrehung; man kann dann auf das Flügelrad leichte Farbenscheiben, auch von mehr als 6 cm Durchmesser legen, die, mit passenden Löchern versehen, durch die Stifte *DD* mitgeführt werden, so daß man das Ganze als einen im Gebrauche wesentlich bequemeren Ersatz eines Farbenkreisels ansehen kann. Die Drehung wird gleichmäßiger und das Ganze stabiler, wenn man an der Unterseite von *B* noch eine in der Mitte — für *C* — durchlochte Bleiplatte gleichen Durchmessers befestigt. Legt man diese gehörig tief, etwa indem man *B* eine größere Höhe gibt, und läßt man dann *C* oben etwas weiter herausragen, so kann man, ohne ein Kippen befürchten zu müssen, auch einen leichten niedrigen Würfelspiegel aufsetzen und damit den Apparat auch für die Akustik verwendbar machen. (Ein Spiegel mit quadratischen Seiten würde nicht gut brauchbar sein, man muß deshalb seinen Seiten eine wesentlich geringere Höhe als Länge geben. Der Auflagepunkt des Systems, in der Spitze von *C*, braucht nicht einmal in halber Höhe des Spiegels selbst zu liegen, sondern nur etwas über dem Schwerpunkt des ganzen Systems — Flügelrad mit Spiegel — da bei zu tiefer Lage des Systemschwerpunktes gegenüber dem Auflagepunkt leicht beim Anblasen ein unliebsames Pendeln um letzteren eintritt.)

Die Vorrichtung läßt sich nun bei Aufwand von etwas mehr Mühe leicht in wesentlich besserer Weise — Ausführung II — herstellen. Man kann nämlich dem Flügelrade eine erheblich günstigere Gestalt geben, indem man den das Glashütchen enthaltenden Kork *B* zwischen zwei gleichen aber ganzen Kreisscheiben aus Karton — centrisc — befestigt und in den frei bleibenden Zwischenraum zwischen diesen eine Anzahl (4) gleich weit voneinander abstehernder radialer, vom Scheibenrande bis zu dem centralen Korken reichender „Schaufeln“ einsetzt. Den hiermit zu erzielenden Effekt kann man dann noch etwas verbessern, wenn man eine dem Ausströmungsrohr an Centrifugalventilatoren ähnliche „Düse“ anwendet. Diese, rechteckigen Querschnittes und von einer Breite etwa gleich der halben Schauffellänge, muß mit ihrer verlängerten Außenwand im ganzen $\sim \frac{1}{4}$ des Schauffelradumfangs umspannen, mit ihrer ebenfalls etwas verlängerten Ober- und Unterwand etwas über und unter das Rad reichen, dabei aber diesem etwas Spielraum gewähren. Das Mundstück des Blasebalges ist dann in die äußere Düsen-

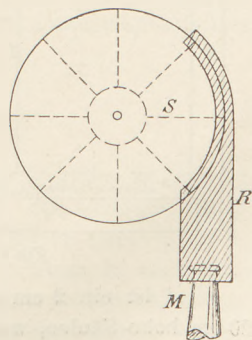


Fig. 5.

öffnung zu bringen; die ganze gegenseitige Anordnung von Schaufelrad *S*, Düse *R* und Mundstück *M* zeigt Fig. 5 im Grundriß.

Was die Aufstellung anbelangt, so empfiehlt es sich allgemein, dem Blasebalg eine feste Lage zu geben, am einfachsten dadurch, daß man ihn in einem mittelst einer Zwinge am Tische befestigten Retortenhalter anbringt; das beschriebene Gestell Fig. 3 bedarf einer besonderen Feststellung nicht, nötigenfalls genügt ein aufgelegter Bleiklotz oder dergl. Die Düse kann man entweder am Nadelstativ selbst oder an einem besonderen, in derselben einfachen Weise hergestellten anbringen.

Der Anwendungsbereich der beschriebenen Vorrichtung läßt sich noch erweitern, wenn man, z. B. durch Ersatz der unteren Kartonscheibe in Ausführung II durch eine Metallscheibe, den Schwerpunkt des Systems tiefer legt; in diesem Falle kann man dann z. B. ein leichtes, aus Messingdraht und Kork- oder Hollundermarkkugeln gefertigtes Modell eines Zentrifugalregulators oder ähnliche leichte Modelle anderer, als Nebenapparate zur Schwungmaschine gebräuchlicher Vorrichtungen auf dem Rade anbringen.

Daß man die Vorrichtung in mehr als einer Hinsicht wesentlich verbessern kann, ist selbstverständlich, doch soll das „Wie“ hier unerörtert bleiben; auf dem gleichen Prinzip beruhende Apparate hat übrigens (wie ich allerdings erst nach Anstellung meiner Versuche erfuhr) bereits *FOUCAULT* verwandt¹⁾, auch werden solche in neuerer Zeit von *M. TH. EDELMANN*-München gebaut, bei denen komprimierte Kohlensäure zum Antriebe dient, wodurch man sehr hohe Umdrehungszahlen erreichen kann.

Über einen Apparat zur Bestimmung der Horizontal-Intensität des Erdmagnetismus.

Von Dr. **Johannes Russner** in Chemnitz.

Kennt man die Polstärke einer Magnetnadel, so kann man nach *GRIMSEHL* (ds. Zeitsch. XVI 337) mit Hilfe einer zweiten und frei beweglichen Nadel auf einfache Weise die Horizontal-Intensität des Erdmagnetismus bestimmen. Während nun *GRIMSEHL* den Drehpunkt der beweglichen Nadel in den einen Pol verlegt und Gleichgewicht mit Hilfe eines gleichlangen und schweren Messingdrahtes herstellt, hänge ich die Magnetnadel im Schwerpunkte derselben auf. Die Einrichtung meines Apparates zeigen die Figuren 1, (1a) und 2 in $\frac{1}{3}$ natürlicher Größe; Fig 1 ist eine Ansicht und Fig. 2 eine Draufsicht.

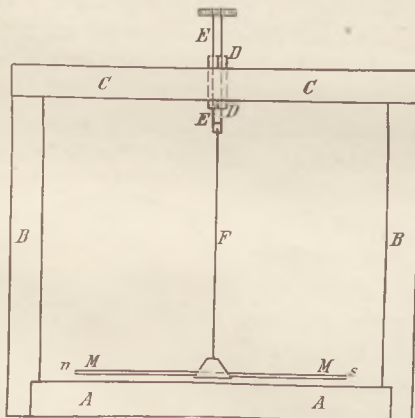


Fig. 1.

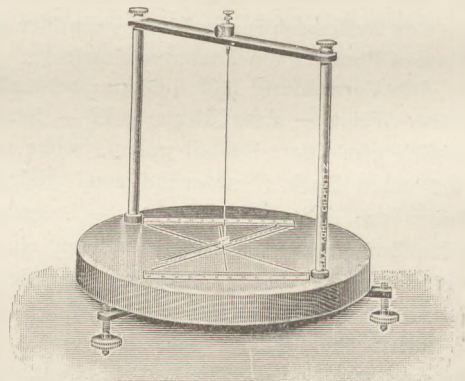


Fig. 1a.

A ist ein 2 cm starkes quadratisches Brett von 24 cm Seitenlänge und *B* sind zwei 20 cm hohe Säulen, welche durch einen Querbalken *C* mit einander verbunden sind. In der Mitte des letzteren steckt ein aufgeschlitztes Messingrohr *D*, in welchem ein Messingstift *E*

¹⁾ WÜLLNER, Experimentalphysik 4, (5. Aufl.) 28, Fig. 11, 1899.

mit Knopf verschiebbar ist. An diesem ist der Kokonfaden F befestigt, welcher die Magnetnadel mit Hilfe eines Papier-Schiffchens trägt. Auf dem Grundbrett sind zwei zu einander senkrechte Linien und die Diagonale gezogen. Senkrecht zur Diagonale sind zwei Millimeter-Skalen auf Papier angebracht. Zur Horizontalstellung des Grundbrettes besitzt dieses 3 Stellschrauben, welche in der Abbildung nicht angegeben sind.

Beim Gebrauche dreht man den Apparat so, daß die eine der beiden zu einander senkrecht stehenden Linien mit der Richtung des magnetischen Meridianes übereinstimmt. Nun dreht man die Nadel mit der Hand in die Richtung der Diagonalen und hält sie in dieser Lage mit Hilfe einer Stecknadel fest, welche in das Grundbrett gesteckt wird. Jetzt nähert man z. B. dem Nordpole n der beweglichen Nadel den gleichnamigen Pol n_1 einer zweiten Magnetnadel M_1 so lange, bis erstere Nadel eben nicht mehr an der genannten Stecknadel anliegt und liest den Abstand beider Nadeln an der Skala ab. Die stärkste Einwirkung der Magnetnadelenden aufeinander findet statt, wenn dieselben auf einer Strecke a von etwa 2 cm einander gegenüber stehen. Diese Strecke muß durch Versuche ermittelt werden. Die drehende Wirkung der Pole n_1 auf s und s_1 auf n ist entgegengesetzt und daher ohne Einfluß.

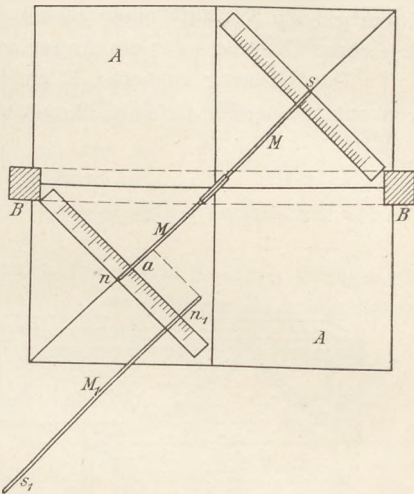


Fig. 2.

Ist Φ die Horizontal-Intensität des Erdmagnetismus und m die Polstärke der beweglichen Nadel, so ist $m\Phi$ die Wirkung auf einen Pol. In der diagonalen Lage der Nadel ist $m\Phi_1$ die zurückdrehende Kraft und

$$m\Phi = \frac{m\Phi_1}{\sin 45^\circ}, \text{ oder } \Phi = \frac{\Phi_1}{\sin 45^\circ}.$$

Mit der zweiten Magnetnadel M_1 hält man der drehenden Wirkung eines Kräftepaares Gleichgewicht. Ist m_1 die Polstärke dieser Nadel, so ist nach dem Coulombschen Gesetz die Wirkung der Pole aufeinander

$$\frac{m m_1}{r^2},$$

wenn man mit r den Abstand der Nadeln bezeichnet. Da die Nadel M_1 der drehenden Wirkung beider Pole das Gleichgewicht zu halten hat, ist

$$2 m\Phi_1 = \frac{m m_1}{r^2}, \quad 2\Phi_1 = \frac{m_1}{r^2} \quad \text{und} \quad \Phi = \frac{m_1}{2r \sin 45^\circ}.$$

Bei einem Versuche hatte ich die Polstärke der Magnetnadel M_1 mit einem magnetischen Pendel zu 8,758 gefunden und r betrug 5,7 cm. Es ist daher

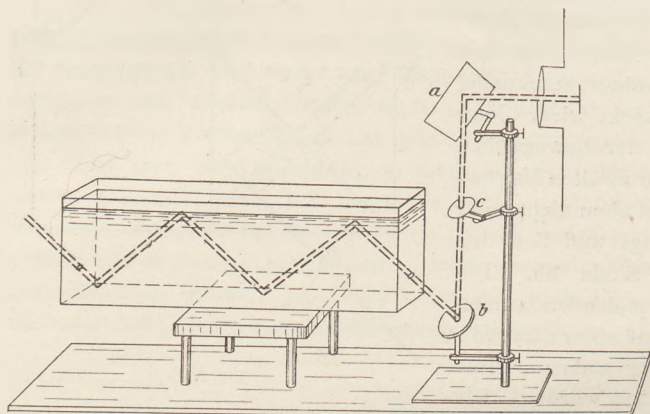
$$\Phi = \frac{8,758}{2 \cdot 5,7^2 \cdot 0,707} = 0,19.$$

Dreht man die bewegliche Nadel um 90° aus dem magnetischen Meridian heraus, so muß man zur Herstellung des Gleichgewichtes die Magnetnadel M_1 der ersteren näher bringen als bei kleinerer Ablenkung. Für kleinere Abstände als 5 cm ist jedoch das Coulombsche Gesetz nicht mehr gültig. Will man eine Ablenkung von 90° bewirken, so muß man jedem Pol der beweglichen Nadel einen Magneten M_1 nähern, und man braucht zu einem Versuch 3 Magnetnadeln. Die beiden Magnetnadeln M_1 befestigt man zweckmäßig an einem Lineal und nähert dieselben gemeinschaftlich dem abgelenkten Magneten M .

Versuche mit einfachen Mitteln.

5. Ein Versuch über totale Reflexion. Von Prof. Humpert in Bochum. Der im folgenden beschriebene einfache Versuch zeigt objektiv die Erscheinung der totalen Reflexion in ihrem ganzen Verlaufe einer ganzen Klasse und erfordert nur einen billigen Apparat, nämlich einen Glastrog oder ein Aquarium sowie zwei Planspiegel und eine Sammellinse.

Den Glastrog von etwa 55 cm Länge, 15 cm Höhe und 15 cm Breite oder das Aquarium von entsprechender Größe füllt man fast ganz mit Wasser, so daß die Wasseroberfläche sich



ungefähr 1 cm unterhalb des Gefäßrandes resp. des Rahmens befindet (s. Figur). Zum besseren Sichtbarmachen der Lichtstrahlen setzt man 2 bis 3 Messerspitzen voll schwefelsaures Chinin mit einigen Tropfen Schwefelsäure oder etwas Fluoreszein-Natron zu. Mittels eines niedrigen Schemels stellt man das Gefäß auf den Experimentiertisch der Projektionslaterne oder dem Heliostaten gegenüber. Durch eine Blende mit runder Öffnung von etwa 5 mm Durchmesser

schließt man die Laterne resp. den Heliostaten. Die durch die Öffnung horizontal austretenden Lichtstrahlen fängt man mit einem zur Horizontalen unter einem Winkel von 45° geneigten Planspiegel *a* auf und reflektiert sie senkrecht nach unten. Dort fallen sie auf einen zweiten Spiegel *b*, der sich in ungefähr gleicher Höhe mit dem Boden des Troges befindet (s. Figur). Bevor die Lichtstrahlen auf diesen Spiegel *b* gelangen, werden sie durch eine in passender Höhe zwischen den Spiegeln *a* und *b* angebrachte Sammellinse *c* konzentriert. Der Spiegel *b* ist nun so zu drehen, daß der Lichtstrahl etwas oberhalb des Gefäßbodens in das Wasser eintritt. Bei richtiger Stellung dieses Spiegels und hinreichender Länge des Troges wird der Strahl an der Oberfläche des Wassers zweimal und am Boden ein- oder auch zweimal total reflektiert. Bläst man Tabakrauch über die Wasseroberfläche, so zeigt seinem Eintritte in das Wasser im Tabakrauche gut sichtbar ist. Ändert man durch Drehen des Spiegels *b* sich in demselben kein Licht, während es im Wasser infolge der Fluoreszenz sowie vor den Einfallswinkel, so ändert sich damit auch die Lage des Lichtstrahles im Wasser; bildet der Lichtstrahl mit der Oberfläche des Wassers einen Winkel von mehr als 41° , so tritt er gebrochen aus; fällt er senkrecht auf das Kopfende des Troges, also auch senkrecht auf das Wasser, so geht er, ohne gebrochen oder reflektiert zu werden, durch. —

Stellt man den Spiegel *a* so, daß die Lichtstrahlen die Oberfläche des Wassers unter verschiedenen Winkeln treffen, so erhält man die Brechungserscheinungen bei dem Übergange des Lichtes von Luft in Wasser. —

Füllt man den Trog zur Hälfte mit konzentrierter Kochsalzlösung und schüttet vorsichtig Wasser von gleicher Temperatur hinzu, bis er nahezu gefüllt ist, so wird sich diese Menge im Verlaufe von 2 bis 3 Stunden gemischt haben, und ihre Dichte nimmt dann ziemlich gleichmäßig von unten nach oben hin ab, ähnlich wie es mit der Dichte der Atmosphäre der Fall ist. Ein vom Spiegel *b* nahezu senkrecht auf das Kopfende fallender Strahl geht im Bogen durch die Flüssigkeit und veranschaulicht so den Durchgang des Lichtes durch die Atmosphäre.

Für die Praxis.

Entladungen der Verstärkungsflaschen der Influenzmaschinen. Von Prof. Kleinen in Darmstadt. Bei jeder Entladung der Innenbelege J_1 und J_2 findet auch eine solche der Außenbelege statt. Bei vielen Maschinen sind die Außenbelege A_1 und A_2 durch einen Draht verbunden, und die Entladungen sind dann zwischen A_1 und A_2 nicht zu sehen. Diese Verbindung zwischen A_1 und A_2 muß aufgehoben werden.

Ein sehr schönes Verfahren, das nicht so allgemein bekannt ist, wie mir scheint, ist, daß man zwischen A_1 und A_2 auf ein Papier Eisenfeilspäne streut. Bei Funkenübergang zwischen K_1 und K_2 treten dann prächtige Entladungserscheinungen in den Spänen auf.

Die Entladungen sind aber etwas anders als bei direkter metallischer Verbindung von A_1 und A_2 .

Eine andere Anordnung ist folgende: Von A_1 und A_2 führt man je einen Draht nach der einen Fläche der Maschinentischplatte und läßt ihn in je einer Öse endigen. Zwischen diesen Ösen O_1 und O_2 hängt man ein Kettchen ein, das man aus feinem Eisendraht herstellt. Bei jedem Funkenübergang zwischen K_1 und K_2 entstehen zwischen je zwei Gliedern der Kette helle Funken. Selbst wenn man gleichzeitig zwischen O_1 und O_2 einen dicken Draht einschaltet, treten die Funken auf.

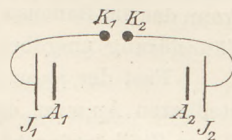


Fig. 1.

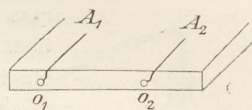


Fig. 2.

Ersatz der „Ampèreschen Schwimmregel“ und der Fleming’schen „Linke- und Rechte-Handregeln“ durch eine einzige Regel. Von Hermann Zwick in Neustadt a. Hdt. Zur Bestimmung der Stromrichtung des durch Bewegung eines geschlossenen Leiters im Magnetfeld erzeugten elektrischen Stromes und umgekehrt zur Bestimmung der Richtung der Kraft, die ein Magnetfeld auf einen stromdurchflossenen Leiter ausübt, soll im folgenden eine Regel gegeben werden, die sich von den gebräuchlichen durch leichte Merkbarkeit auszeichnen dürfte, und die dadurch, daß sie die beiden Fälle in einer Regel zusammenfaßt, von der Möglichkeit einer Verwechslung der beiden Regeln frei ist.

Benutzt wird ausschließlich die rechte Hand. Nur dem Daumen derselben ordnet man ein- für allemal eine bestimmte Größe zu, und zwar die Magnetkraftlinien. Dagegen soll der „Zeige“finger immer das „zeigen“, was gesucht ist; das ist seine natürliche Bestimmung. Dem Mittelfinger ordnet man daher in jedem Falle die andere der beiden gegebenen Größen, also Strom oder Bewegung des Leiters, zu. Man hat sodann folgende Regel:

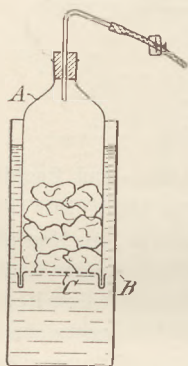
Man stelle Daumen, Zeigefinger und Mittelfinger der rechten Hand in der bequemsten Weise aufeinander senkrecht (also Mittelfinger senkrecht zur Handfläche, Zeigefinger geradeaus, Daumen senkrecht zu Mittel- und Zeigefinger), bringe den Daumen in die Richtung der Kraftlinien des Magnetfeldes, den Mittelfinger in die Richtung der anderen gegebenen Größe, Stromrichtung oder Bewegungsrichtung des Leiters, so „zeigt“ der „Zeige“finger jederzeit die Richtung der durch das Bestehen der beiden gegebenen Größen erzeugten Wirkung, der auf den Stromträger ausgeübten Kraft oder des induzierten elektrischen Stromes, an.

Absolut zu merken hat man sich bei dieser Regel eigentlich nur, daß der Daumen in die Richtung der Kraftlinien soll, das andere ergibt sich immer wieder leicht aus allgemeinen Erwägungen.

Konstanter Gasentwickler. Von Prof. H. Rebenstorff in Dresden. In manchen Formen der Gasentwicklungsapparate, die sofort nach Öffnen eines Hahnes Wasserstoff oder Kohlen-säure liefern sollen, entsteht trotz der größeren Menge der in Reserve befindlichen Säure unterhalb des festen zu lösenden Stoffes langsam eine Schicht säurearmer Salzlösung. Solche Apparate liefern wohl gut größere Gasmengen in längeren Zwischenzeiten; ungeeignet sind sie, besonders wenn das Säurereservoir durch eine ziemlich wagerechte Röhre angeschlossen ist, zur Erzeugung eines sehr langsamen Gasstromes von konstantem Drucke. Hierfür muß

der Säurevorrat gleich unter dem Entwicklungsraume liegen und durch genügend weite Öffnungen zugänglich sein. Ein größerer Kippscher Apparat wird meistens allen Anforderungen genügen, wenn gleich der Hauptvorrat an Säure für einen langsamen Gasstrom nicht zur Geltung kommt. Der von Burgemeister (*Arendt, Technik der Experimentalchemie 3. Aufl. 192*) angegebene Entwickler wird dem erwähnten, bisweilen gewünschten Zwecke entsprechen, wenn das im Bodenstopfen angebrachte senkrecht herabführende Glasrohr noch von leichterer Säurelösung umgeben ist.

Fast der ganze Säurevorrat wird ausgenutzt bei dem folgenden, noch bequemer herstellbaren Apparat, der keine größeren, dichten Korke erfordert. In den Hals einer gewöhnlichen Zylinderflasche *A* (s. Fig.) von etwa $\frac{1}{2}$ l Inhalt, deren Boden abgesprengt wurde, wird ein Kork mit Winkelrohr eingesetzt, auf das ein Schlauch mit Quetschhahn gestreift wird (s. Figur). Vorteilhafter verwendet man — auch für manche anderen Zwecke zylindrische Glocken mit angeschmolzenem Rohr (*G. Müller in Ilmenau*). In die verkehrt gehaltene Flasche legt man einige schwere Zinkstücke, sowie grobe Blechabfälle, bezw. eine Anzahl größerer Marmorstücke; der Mühe des Zerkleinerns bleibt man hier enthoben. Zum Abschlusse biegt man sich ein Stück grobes Messingdrahtnetz zurecht, indem man zunächst über dem Boden eines etwas engeren Zylinders, zB. einer in die Glocke hineinpassenden Medizinflasche den Rand des Stückes herabfaltet, alsdann das entstandene Sieb etwa 2 cm weit in die Glocke vorschiebt und den überragenden Drahtnetzrand nach einigem Auf- und Wegschneiden nach außen über den Glockenrand zurückbiegt. Dieser etwas hineinragende Siebboden *C* wird entweder direkt mit Kupferdraht auf dem Glockenrande festgeschnürt, oder man bedeckt ihn mit einem Stücke groben Hadergewebes, dem man noch einige Löcher gibt und bindet dies mit Bindfaden fest. Nach Beschneiden des Drahtnetzes jenseits der Umwicklung kommt die Entwicklerglocke in einen nur wenig weiteren Glaszylinder, etwa ein hohes Batterieglas *B*. Zweckmäßig ist das Gewicht der Glocke so groß, daß sie voll Luft und Metall noch, zu etwa einem Achtel herausragend, auf der verdünnten Säure schwimmt, die dann bis etwa 2 Finger breit vom Rande des Glases dieses erfüllt.



Der Gebrauch des Entwicklers ist auffallend angenehm. Sowohl große Gasmengen können in kurzer Zeit entnommen werden, als auch die langsamsten Gasströme. Ein Verdunsten verdünnter Salzsäure aus dem offenen Apparate verlangsamt eine 1 cm dicke Bedeckungsschicht von reinem Wasser, die man nach Gebrauch für die Ruhepause erneuert. Der Entwickler ist wohl für häusliche Schülerlaboratorien besonders geeignet. Nach dem Abschluß stockt die Gasentwicklung fast völlig, wenn die großen Blechabschnitte so eingebracht waren, daß unten keine Mulden für die Säure daran sind. Weniger gut, als zur Unterhaltung lange dauernder, langsamer Gasströme, ist der Apparat für die Verwendung mit wochenlangen Zwischenzeiten geeignet. Durch die Säurelösung entweicht der Wasserstoff diffundierend schneller als beim Kippschen Entwickler und Anteile der Säure werden zwischendurch aufgezehrt. Ein besonderer Versuch ergab beim Stehen ohne Gasverbrauch eine Abnahme der Acidität der aus 40 ccm H_2SO_4 und dem zehnfachen Wasser bereiteten Säure um etwa 3% pro Woche. Das Drahtnetz verdirbt nur langsam: erst 50% Zink machen Messing für das Verweilen in den in Betracht kommenden Säuren ungeeignet. Fügt man an den Schlauch ein sehr spitz ausgezogenes Rohr, das man in eine kleine Flasche mit Quecksilber oder einen Zylinder mit Wasser zum Abschlusse einsenkt, so hat man keinen, den Gummischlauch bei langem Schließen mit störendem Klebverschluß versehenen Quetschhahn nötig. Man kann dann in jedem Augenblicke ein Wasserstoffflämmchen entzünden, das für Glas-Sprengzwecke die Sprengkohle so bedeutend an Wirksamkeit und Bequemlichkeit übertrifft. In Monaten diffundiert Luftsauerstoff durch die Säurelösung bis unter die Glocke. Es empfiehlt sich das Abzugsrohr innen mit einem Drahtnetzpfropfen zu versehen, um für alle Fälle gesichert zu sein (es hätte auch ein Unkundiger die Glocke einmal herausheben können).

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Einfache chemische Schulversuche. Von FR. BRANDSTÄTTER. Die Versuche, die besonders die Natur der Flamme betreffen, sind in den „Vierteljahrsberichten“ des Wiener Vereins z. Förd. d. ph. u. ch. U. (XI 191 f.; 1906) nach einem Vortrage des Verfassers veröffentlicht. — Um im Kern einer Kerzen- oder Leuchtgasflamme die Verbrennungsgase nachzuweisen, kann man diese mittels einer kleinen, leicht selbst zu fertigenden Glasspritze entnehmen und sogleich durch Verschieben des Stempels wieder zur Verbrennung bringen. Den Stempel richtet man sich aus einem Glasstab und einem Stückchen Vakuumschlauch, das man einfettet, her. — Zum Nachweise, daß das Innere einer Leuchtflamme kalt ist, befestigt man am Rande eines Tecluschen Gasbrenners (Fig. 1) mittels Eisendrahtes ein kleines Blechschälchen (z. B. die für Platinschwämme üblichen Metallkapseln) mit Schießpulver und entzündet bei geschlossener



Fig. 1.

Luftzufuhr; erst beim langsamen Abdrehen des Hahnes erfolgt die Verpuffung. — Zum Nachweise, daß das Leuchten durch das Erglühen fester Teilchen bedingt ist, wurde die durch Fig. 2 wohl genügend erläuterte kleine Vorrichtung benutzt, die mittels zweier Glasröhren das Prinzip des Bunsenbrenners in derselben einfachen Weise zeigt, wie dies schon früher in dieser Zeitschrift [IX 288, von A. Witting] beschrieben wurde. Bei richtiger Weite der Röhre erhält man eine entleuchtete Flamme; diese hält man über ein 3 bis 4 l fassendes Becherglas, in welchem man Kohlenstoffrauch dadurch hergestellt hat, daß man in einem Porzellanschälchen etwas Benzol bei bedecktem Gefäß verbrennen ließ. Die Flamme (Fig. 2)

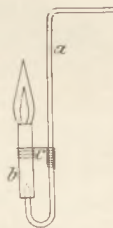


Fig. 2.

wird an der Mündung des wieder geöffneten Gefäßes (event. beim schwachen Hineinsenken) sofort helleuchtend; dasselbe geschieht, wenn man statt des Benzols ein wenig Phosphor verbrannte, nicht jedoch, wenn man durch Eintropfen von Salzsäure und Ammoniak dichte Salmiaknebel erzeugt, da hier die festen Teilchen in der Flamme sogleich wieder zerfallen. Mit derselben Flamme läßt sich auch die Flüchtigkeit flammenfärbender Substanzen (Borsäure, Chloride von Natrium, Lithium, Kupfer) gut nachweisen; die Flamme wird z. B. rot, wenn man sie über ein Platinschälchen mit geschmolzenem Lithiumchlorid hält. — Den fast unsichtbaren Schleier einer Flamme kann man leuchtend machen, indem man die Mündung eines zur Hälfte mit feingepulvertem Natriumbikarbonat gefüllten und vorher (bei geschlossenem Stopfen) geschüttelten Pulverglases ganz nahe an den Grund der Flamme bringt; der sonst nicht sichtbare Schleier eines Schwalbenschwanzbrenners erscheint dabei an seinem oberen Rande besonders breit.

Zu den folgenden Versuchen über Flammenbilder wurde Verfasser von dem Lehramtskandidaten W. STELZEL angeregt. Wird ein feinmaschiges Eisendrahtnetz vertikal in die Flamme gehalten (am einfachsten steckt man es in zwei mit der Laubsäge hergestellte Schlitz des Brennerandes), so wird der in Fig. 3 dargestellte Längsschnitt am Netze sichtbar: *a* ist dunkel, weil kalt, *b* glüht am hellsten, zumal am Scheitel, *c* glüht nur schwach, *d* wieder etwas lebhafter. Nach ~ 10 Min. erkennt man beim Auslöschen der Flamme die Wirkungen der verschiedenen Flammenzonen auf das ursprünglich mit dem dünnen Oxydhäutchen von schwarzem Ferroferrioxyd überzogene Drahtnetz: *a* ist unverändert, der Rand von *b* ist durch rötliches Ferrioxyd bezeichnet — dem heißesten Teil der Flamme entspricht auch die größte Oxydationswirkung —, bei *c* zeigt sich durch

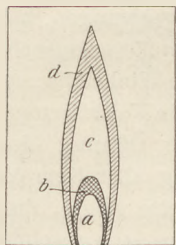


Fig. 3.

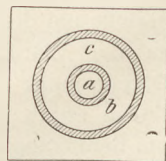


Fig. 4.

hellgraue Eisenfärbung die Reduktionswirkung, bei *d* als Folge der Oxydationswirkung ein braunschwarzes Gemisch von Ferri- und Ferroferrioxyd. Hält man das Eisendrahtnetz wagerecht über die Flamme, soweit über der Brennermündung, daß der innere Flammen-

kegel noch geschnitten wird, so erscheinen die in Fig. 4 dargestellten Zonen, die denen in Fig. 3 genau entsprechen. Führt man ein feinmaschiges Kupferdrahtnetz in die Flamme, so zeigt sich das interessante Bild von Fig. 5: *a, b, d* entsprechen den Teilen der Fig. 3, aber

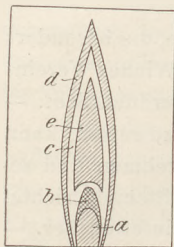


Fig. 5.

inmitten des schwachglühenden Mantelraumes *c* wird bald ein lebhafter glühender Kegel *e* von gewölbter Basis sichtbar mit anscheinend höherer Temperatur und mehr oxydierender Wirkung; denn am abgekühlten Drahtnetz zeigt sich außer dem Anflug von schwarzem Kupferoxyd am äußeren Mantelrande mitten im kupferfarbenen Reduktionsraume ein schwächerer Belag von Kupferoxyd. Um besonders die reduzierende Wirkung des Flammenmantels zu zeigen, kann man auch statt des Drahtnetzes ein mit Cupro- oder Cuprioxyd überzogenes Stück Kupferblech anwenden, desgleichen Nickeldrahtnetze, bei denen die Konturen durch die bunten Anlauffarben gekennzeichnet werden.

Um die katalytischen Wirkungen des Platins zu zeigen, wird ein feinmaschiges Platin drahtnetz, zu einem kleinen Zylinder geformt, empfohlen. Außer dem bekannten Weiterglühen



Fig. 6.

über einer ausgelöschten Bunsenflamme kann man damit auch die Oxydation des Äthyläthers zeigen. Ein Trichterrohr wird unten umgebogen und am Ende mit dem Platin versehen (Fig. 6). In den Trichter bringt man ein Stückchen Badeschwamm und tropft Äther darauf [Ref. empfiehlt, damit ein etwaiges Durchlaufen ausgeschlossen erscheint, vorher den Schwamm mit Äther zu befeuchten]. Die schweren Dämpfe senken sich und können beim Austreten entzündet werden; nach Auslöschten der kleinen Flamme beginnt das Platin von neuem zu erglühen, wobei sich Aldehyddämpfe durch ihren Geruch bemerkbar machen.

O.

2. Forschungen und Ergebnisse.

Messung der Sonnenstrahlung. Von CH. FÉRY und G. MILLOCHAU. (*C. R. CXLIII* 505, 570, 731; 1906). Für den Zweck wurde ein pyrheliometrisches Teleskop konstruiert. Als Objektiv diente ein Hohlspiegel aus versilbertem Glase, von 103 mm Durchmesser und 800 mm Brennweite. Im Brennpunkt dieses Spiegels befand sich die Lötstelle einer Thermosäule, hinter dieser ein total reflektierendes Prisma, das das Licht in das Okular warf. Man beobachtet wie bei dem Newtonschen Teleskop und sieht in dem Okular das Sonnenbild und die Thermosäule als Fadenkreuz. Der Thermostrom wurde mit einem Galvanometer mit beweglicher Spule gemessen. Das Rohr des Teleskops war verschlossen durch ein aus zwei Metallsektoren bestehendes Diaphragma, von denen das eine fest, das andere drehbar war; da der Sektorenwinkel 90° betrug, so konnte das einfallende Strahlenbündel von 0 bis zur Hälfte der Spiegel- fläche varriert werden. Durch Versuche wurde festgestellt, daß, wenn die Temperatur der Lötstelle um nicht mehr als 25° die Temperatur der Umgebung übertraf, die Galvanometer- ablenkung genau proportional der Diaphragmenfläche war. Man war daher gezwungen, bei allen Messungen die Ablenkung von 1 Millivolt, die genau einer Erwärmung von 25° entsprach, nicht zu überschreiten. Das Diaphragma wurde daher auf eine ziemlich kleine Winkelöffnung gestellt, um die erhaltene Ablenkung auf etwa 1 Millivolt zu reduzieren. Für die Kalibrierung, zu der Wärmequellen niedrigerer Temperatur dienten, wurde die volle Öffnung des Diaphragmas benutzt oder dieses auch weggelassen. Nach Berücksichtigung aller Korrek- tionen ergab sich, daß der Apparat dem Stephanschen Gesetz in der Weise folgte, daß bei Benutzung eines elektrischen Platin-Widerstandes als Wärmequelle die gefundene absolute Temperatur $T = 0,705 \sqrt[4]{\delta}$ war; δ ist der auf die volle Diaphragmenöffnung reduzierte Thermostrom in Mikrovolt.

Die Messungen wurden vorgenommen in Meudon (150 m hoch), in Chamonix (1030 m), Grand Mulets (3050 m) und auf dem Observatorium des Mont Blanc (4810 m). Das thermo-

elektrische Fadenkreuz wurde einerseits zu verschiedenen Tageszeiten auf die Mitte, andererseits auf verschiedene Punkte der Sonnenscheibe eingestellt. Um die Strahlung auf einem Durchmesser der Sonne zu messen blieb das Teleskop fest, während das Sonnenbild über das Fadenkreuz hin wanderte; es wurden dann die Galvanometerauslässe in gleichen Zeitintervallen notiert. Da die Masse der Lötstelle des Thermoelements nur 1 mg betrug, so erfolgten die Angaben des Galvanometers momentan. Aus den in verschiedenen Höhen im Zentrum der Sonnenscheibe um Mittag angestellten Messungen erhielt der Verfasser die absoluten Temperaturen 4820° (in Meudon), 5140° (in Chamonix), 5560° (auf dem Mont Blanc). Messungen bei verschiedener Sonnenhöhe auf dem Gipfel des Mont Blanc ergaben Temperaturen von 5140° bis 5540° . Aus diesen Messungen ließ sich der Einfluß der atmosphärischen Absorption bestimmen; die hiernach korrigierte Sonnentemperatur war 5620° . Eine Messungsreihe auf dem Sonnendurchmesser ergab für die Sonnenmitte 5490° , in einer Entfernung $0,25 r$ (r = Sonnenradius) von der Mitte 5470° , bei $0,5 r$ 5390° , bei $0,75 r$ 5280° , bei $1 r$ (also am Sonnenrande) 4660° , bei $1,25 r$ 2935° , bei $1,375 r$ 2500° . Die außerhalb der Sonnenscheibe merkliche Wärmestrahlung ist z. T. auf die Ausdehnung der Lötstelle, z. T. auf eine hier wirklich noch vorhandene Strahlung zurückzuführen. Mit Berücksichtigung der Absorption durch die Atmosphären von Erde und Sonne berechnen die Verff. die Temperatur des Sonnenkerns zu 6100° .

Schk.

Neue Interferenzringe. Von G. MESLIN (*C. R. CXLII 1039; 1906*). Legt man ein Gitter R auf die konvexe Oberfläche S einer Linse von schwacher Krümmung, so erhält man Interferenzringe, die sich scharf von den Newtonschen Ringen unterscheiden. Sie sind viel breiter, haben größere Zwischenräume und sind in weißem Licht sichtbar, auch wenn R und S einige Millimeter von einander abstehen. Sie sind wenig gefärbt und sogar merklich achromatisch, wenn man sie unter einem Einfallswinkel von nahezu 45° beobachtet; man erhält in diesem Falle weiße und dunkle Ringe, die periodisch durch gefärbte unterbrochen werden. Der Durchmesser der Ringe wird mit wachsendem Einfallswinkel kleiner, während der Durchmesser der Newtonschen Ringe unter diesen Bedingungen zunimmt. Ersetzt man die Linse durch andere Oberflächen von bekannter Form, so läßt sich leicht erkennen, daß die Interferenzstreifen Linie gleicher Dicke der zwischen Gitter und Oberfläche befindlichen dünnen Schicht darstellen. Die Streifen werden veranlaßt durch Interferenz zweier Strahlenbündel die, nachdem sie beide in der dünnen Schicht reflektiert wurden, durch das Gitter, das eine beim Eintritt, das andere beim Austritt aus der dünnen Schicht, eine Beugung erleiden; je nach den verschiedenen Bedingungen, unter denen sie die Schicht durchsetzen, erhalten die beiden Strahlenbündel einen Gangunterschied und können bei parallelem Austritt interferieren. Die Streifen werden glänzender, wenn man für die innere reflektierende Oberfläche eine Metallfläche nimmt. Die Erscheinung ist sehr zur Prüfung der Form einer Oberfläche, auch Metallfläche geeignet.

Der Verfasser gibt eine Theorie der Erscheinungen und gelangt zu Formeln, die durch die Beobachtungen bestätigt werden. Zum genaueren Studium der Streifen nahm er als reflektierende Oberfläche eine versilberte Glasplatte, die bequem geneigt werden konnte, so daß die Luftschicht die Form eines Prismas erhielt; durch mikrometrische Verschiebung der Glasplatte konnte die Dicke der Schicht allmähig vergrößert werden. Bei einem Einfallswinkel von nahezu 45° erhielt man dann geradlinige Streifen, die gruppenweise achromatisch oder gefärbt erschienen. Bei Beobachtung mit rotem Licht erschienen die Streifen ebenfalls in Gruppen, in jeder Gruppe abwechselnd schwarz und rot; die Gruppen waren aber jetzt von einander getrennt durch gleichmäßig rote Zwischenräume, in denen keine Interferenzen auftraten. Mit grünem Licht erhielt man eine analoge Erscheinung, doch fielen die Gruppen nicht mit den vorigen zusammen, sondern in die Zwischenräume der vorigen Kombination. Bei gleichzeitiger Benutzung von rotem und grünem Licht fallen die Streifen der roten Gruppe auf den grünen, die der grünen Gruppe auf den roten Zwischenraum, und man erhält hier dem entsprechend grüne bzw. rote und weiße Streifen. Bei weißem Licht erhält

man so achromatische Streifen an den Stellen, wo sich die dem gelbgrünen Licht entsprechenden Gruppen befinden. Alle diese Erscheinungen erklären sich ebenfalls aus der Interferenz der gebeugten und der reflektierten Strahlenbündel.

Schk.

Farbenphotographie bei prismatischer Dispersion. Von G. LIPPMANN (*C. R. CXLIII* 270; 1906). Zur Erzeugung einer Farbenphotographie muß das angewandte System 1. jeden einfallenden Strahl analysieren, 2. umkehrbar sein, d. h. eine Synthese der elementaren Farben bewirken können. Das erste wird durch ein photographisches Spektroskop, das aus Spalt, Prisma, Linse und empfindlicher Platte besteht, ohne weiteres erreicht; es läßt sich damit aber auch die Synthese der Farben bewirken. Es sei z. B. ein durch den Apparat erzeugtes Diapositiv wieder an die Stelle gebracht, wo die Aufnahme stattfand. War der Spalt etwa von roten Strahlen erleuchtet, so haben diese Strahlen in dem Spektrum ein Bild r des Spaltes erzeugt. Dieses Bild ist auf dem Positiv durchsichtig und konjugiert zu dem Spalte f ; umgekehrt ist f das konjugierte Bild von r . Die Strahlen anderer Brechbarkeit ergeben andere Bilder. Erhellet man daher den Spalt f mit weißem Licht, so empfängt die transparente Region r nur die Strahlen, welche sie gebildet haben und läßt nur diese hindurch. Läßt man das Licht in umgekehrter Richtung hindurchgehen, d. h. erhellet man das Diapositiv mit weißem Licht, so empfängt der Spalt nur die Strahlen, welche ihre Spur auf r zurückgelassen haben. Dieselbe Überlegung gilt für Strahlen jeder andern Brechbarkeit. Wird daher das photographische Positiv an seine alte Stelle gebracht und weißem Licht ausgesetzt, so empfängt der Spalt ein Licht, das die gleiche spektrale Zusammensetzung hat wie das, welches ihn während der Exposition traf. Ersetzt man das Positiv durch sein Negativ, so läßt sich zeigen, daß man dann immer die komplementären Farben erhält.

Dieses Prinzip der Farbenreproduktion wurde von LIPPMANN in folgender Weise praktisch ausgeführt. Der eine Spalt eines Spektroskops wurde ersetzt durch eine Anzahl sehr benachbarter Spalte; dazu diente eine Art Raster, der 5 Striche auf ein Millimeter besaß. Dieser Raster wurde an dem einen Ende eines Kastens befestigt, der am andern Ende einen Rahmen für die empfindliche Platte besaß, während sich in der Mitte eine Sammellinse befand. Vor dieser Linse stand ein Prisma mit kleinem brechenden Winkel, dessen Kante parallel war zu den durchsichtigen Linien des Rasters. Das zu reproduzierende Bild wird auf den Raster geworfen; die empfindliche Platte wird entwickelt und wieder an ihre Stelle gebracht. Wird der Apparat nun mit weißem Licht erleuchtet, so erblickt man das Bild mit seinen Farben wieder. Jede Linie des Rasters funktioniert dabei wie der Spalt eines Spektroskops. In der deutlichen Sehweite unterscheidet man die Linien des Rasters nicht mehr, und das Bild erscheint kontinuierlich.¹

Der Verf. reproduzierte in dieser Weise mit einem Positiv das Spektrum des elektrischen Bogenlichts. Mit einem Negativ wurde das Rot durch seine Komplementärfarbe, das Blaugrün, und das Grün durch Purpur ersetzt. Man braucht für den Versuch ein Prisma mit einem sehr kleinen Winkel, damit jedes Spektrum nicht länger wird als ein Zwischenlinienraum, da sonst die Spektren über einander fallen. Die Platte muß sehr genau wieder in ihre ursprüngliche Lage gebracht werden. Verschiebt man sie in ihrer Ebene, so ändern sich die beobachteten Farben sehr rasch, dreht man sie, so sieht man ein gefärbtes Moiré. Man benutzt sehr empfindliche orthochromatische Platten; die Expositionszeit ist kürzer wie bei dem Interferenzverfahren. Außerhalb des Apparats erscheint die Aufnahme wie gewöhnlich schwarz und weiß; mit der Lupe erscheint sie liniert, wobei jede Linie in kleine Zonen geteilt ist, die die Teile eines Elementarspektrums sind.

Schk.

Röntgenstrahlen. Die Energie der Röntgenstrahlen suchte E. ANGERER bolometrisch zu bestimmen (*Ann. d. Physik* 21, S. 87; 1906). Die Bolometer bestanden aus Platinband von 0,03 mm Dicke, 5 mm Breite und 2,5 m Länge, das in einem Rähmchen aus Glimmer befestigt war; jedes Bolometer bot den Strahlen eine Fläche von 84,4 cm². Vier ganz gleiche Bolometer wurden hinter einander montiert und nach Lummer und Kurlbaum als Wheatstonesche Brücke geschaltet. Zum Schutz vor Wärmeeinflüssen wurden die Bolometer

in drei ineinander stehende Eisenblechkästen gebracht, die zum Einlaß der X-Strahlung Fenster von 0,03 bzw. 0,2 mm dickem Aluminiumblech trugen. Durch besondere Anordnungen wurden auch alle störenden magnetischen und elektrischen Wirkungen auf das zur Beobachtung dienende Galvanometer möglichst beseitigt. Sobald die Strahlung begann, zeigte das Galvanometer momentan die Wärmewirkung an; die darauf folgende Abkühlung ging mehr allmählich vor sich. Bei doppelter Entfernung der Röhre von den Bolometern erhielt man den vierten Teil des Galvanometerauschlages. Wurde ein Platinblech in den Weg der X-Strahlen gestellt, so hatte man nur $\frac{1}{11}$ des früheren Ausschlages. Zur Messung der absorbierten Energie wurden die Bolometer nach der Methode von Rubens und Paalzow geschaltet. Wegen der diskontinuierlichen Wirkung der Röntgenstrahlen diente als Heizstrom ein aus Kondensatorentladungen gebildeter symmetrischer Wechselstrom. Die Bolometer waren so geschaltet, daß zwei von den X-Strahlen, die beiden andern dagegen von dem Heizstrom erwärmt wurden, so daß die im Galvanometer beobachteten Ablenkungen durch Heizstrom und Bestrahlung entgegengesetzt waren und zur Kompensation gebracht werden konnten. Gleichzeitig wurde die ladende Wirkung der X-Strahlen bestimmt und mit der bolometrisch gemessenen Energie verglichen.

Aus den Messungen ergab sich, daß die emittierte X-Strahlenenergie viel schneller zunahm, als die Energie des Primärstromes des Induktors. Der höchste Wert der Strahlung wurde bei der Betriebsspannung des Induktors 110 Volt und der Primärstromstärke 4,15 Amp. beobachtet. Die Reduktion der dabei gemessenen X-Strahlenenergie auf die halbkugelförmig von der Antikathode ausgehende Strahlung sowie auf die einzelne Entladung gab 0,15 mg·kal. Von der in der Strahlenröhre verbrauchten elektrischen Energie werden 0,2 % in X-Strahlenenergie verwandelt.

Gleichzeitig mit den bolometrischen Messungen wurde die Elektrizitätsmenge, die von den Kathodenstrahlen in der Röhre erzeugt wurde, bestimmt. Dies geschah durch Kompensation mit dem piezoelektrischen Quarz von Curie. Es zeigte sich, daß die Elektrizitätsmenge proportional war der bolometrisch gemessenen Energie der Strahlen. Zum Schluß wurden noch photographische Versuche angestellt über die Emissionsdauer der X-Strahlen. Auf der Peripherie einer Stahlscheibe wurde ein Filmstreifen befestigt; die Scheibe wurde innerhalb eines lichtdichten Messingkastens in Rotation gesetzt und durch einen engen Spalt mit Röntgenstrahlen belichtet. Da die Entladungen in Abständen von $\frac{1}{107}$ Sek. auf einander folgten, kamen dann mehrere Spaltbilder auf den Film. Die Filmstreifen wurden ausgemessen; aus ihrer Breite und der bekannten Rotationsgeschwindigkeit der Scheibe ergab sich die Emissionsdauer der Strahlen zu etwa $5 \cdot 10^{-4}$ Sek. Hieraus berechnete sich der Maximal-effekt der X-Strahlen zu 0,26 g·kal pro Sekunde.

Die von SEITZ zuerst erzeugten sehr weichen Röntgenstrahlen (*d. Ztschr. XIX. 60*) erregen beim Auftreffen auf feste Körper ebenfalls Sekundärstrahlen. Um diese zu untersuchen, ließ SEITZ die von der Antikathode einer Entladungsröhre kommenden Röntgenstrahlen durch ein 0,005 mm dickes Aluminiumfenster in ein ebenfalls evakuiertes Gefäß hineintreten; hier trafen sie auf ein schief geneigtes Platinblech und erzeugten auf diesem Sekundärstrahlen. (*Phys. Ztschr. 1906, S. 689*). Ein seitlich befestigter Filmstreifen, auf den keine direkten Röntgenstrahlen fallen konnten, diente dazu, die Sekundärstrahlen bei verschiedenen Entladungsspannungen nachzuweisen, bzw. ihr Durchdringungsvermögen gegenüber aufgelegter Aluminiumfolie zu prüfen. Lag die Spannung zwischen 1200 und 3000 Volt, so war die photographische Wirksamkeit der Sekundärstrahlen sehr gering; es bedurfte $\frac{1}{2}$ bis 1 Stunde Expositionszeit, um eine kräftige Schwärzung des Films hervorzubringen. Schon durch die geringste Aluminiumfolie von 0,001 mm Dicke wurden die Strahlen erheblich absorbiert. Eine Ladung des Platinblechs auf ein hohes positives Potential ergab keine Änderung in der Wirksamkeit der Sekundärstrahlen; im Magnetfelde zeigten sie keine Ablenkbarkeit. Daraus würde zu schließen sein, daß die Sekundärstrahlen wieder echte Röntgenstrahlen sind und nicht aus Elektronen bestehen. Und doch ist dieses, wenigstens teilweise, der Fall. Wurde nämlich das gut isolierte Platinblech mit einem Elektrometer ver-

bunden, so zeigte dieses eine positive Ladung an, sobald Röntgenstrahlen auf das Blech fielen. Das Verhältnis der Energie der weichen Röntgenstrahlen zur Energie der sie erzeugenden Kathodenstrahlen wurde kalorimetrisch bestimmt und als lineare Funktion der Spannung gefunden.

Schk.

Magnetooptische Untersuchungen. Von JEAN BECQUEREL (*C. R.* CXLII 775, 874, 1144; CXLI 769, 890, 962, 1133 (1906); CXLIV 132, 420, 682 (1907)). Der Xenotim (Yttriumphosphat mit Erbium und seltenen Erden) bildet einachsige Kristalle mit besonders feinen Absorptionslinien; der Verf. untersuchte, ob diese im Magnetfelde verändert werden. Je nachdem die den Kristall durchsetzenden Schwingungen senkrecht oder parallel der optischen Achse verlaufen, erhält man ein „ordentliches“ und ein „außerordentliches“ Absorptionsspektrum. Das Spektrum wurde mit einem Rowlandschen Gitter erzeugt; ein Kalkspatrhomboeder erlaubte zugleich beide Spektren zu untersuchen. Die optische Achse stand 1. in der Richtung der Lichtstrahlen, 2. senkrecht zu den Lichtstrahlen und den Kraftlinien, 3. parallel zum Magnetfelde. Die Wellenlängen wurden mit Hilfe des Eisenspektrums ermittelt. Zwei Gruppen von Absorptionsstreifen (im Rot und im Grün) wurden in einem Felde von 31800 C.G.S. untersucht. Es erfolgte eine Verschiebung der Streifen, die bei einigen viel bedeutender war, als nach den analogen Beobachtungen Zeemans bei Metalldämpfen zu erwarten war. Die Absorptionsstreifen des „ordentlichen“ Spektrums verhalten sich verschieden, je nach der Richtung der Kristallachse, wenn auch die Schwingungsrichtung in bezug auf das Magnetfeld dieselbe ist. Ist die Achse und Schwingung normal zum Felde, so erhält z. B. ein Streifen im Grün ($\lambda = 522,14$) eine nur wenig nach dem Violett verschobene Komponente; ist die Achse parallel zum Felde, die Schwingungsrichtung wie vorhin, so wird derselbe Streifen zu einem Doublet mit $0,53 \mu$ Abstand der Komponenten. Ein anderer Streifen verhält sich gerade umgekehrt. Die Intensität der Komponenten ist verschieden; diese Unsymmetrie ist unabhängig von der Richtung des Magnetfeldes. Analysiert man das Licht der beiden Komponenten mit dem Nicol, so bemerkt man keine Intensitätsänderung bei verschiedener Nicolstellung, so lange Achse und Feldrichtung annähernd gleich verlaufen; ist die Achse aber um einige Grad gegen die Kraftlinien geneigt, so beobachtet man für zwei symmetrische Stellungen *A* und *B* (die von der Feldintensität unabhängig, aber von der Dicke der Kristallplatte abhängig sind), daß die Komponenten linear und senkrecht zu einander polarisiert sind. Bei geringer Verschiebung aus den Stellungen *A* und *B* hört der Polarisationszustand der beiden Komponenten wieder auf; in unmittelbarer Nähe von *A* und *B* beobachtet man eine teilweise Polarisation. Die Erscheinung ist besonders bei dem Streifen $\lambda = 522,14$, aber auch bei den anderen Streifen bemerkbar. Bringt man zwischen Kristall und Spalt ein Viertelwellenblättchen hinter einem Kalkspatrhomboeder, so erhält man im Okular zwei nebeneinander liegende helle Felder und kann zugleich zwei entgegengesetzt zirkuläre Schwingungen analysieren. Bei Erregung des Magnets sieht man dann jeden Streifen in den beiden Feldern sich nach entgegengesetzten Richtungen verschieben; die beiden Komponenten sind zirkular nach entgegengesetzten Richtungen polarisiert. Die zirkulären Schwingungen des gleichen Sinnes sind dabei nicht alle nach derselben Seite hin verschoben; speziell für den Streifen 522,14 tritt die Wirkung in entgegengesetztem Sinne ein wie bei dem Zeemanschen Phänomen. Bringt man den Kristall jetzt in eine der Lagen *A* oder *B*, so sieht man in jedem der beiden Felder fast plötzlich den verschobenen Streifen weniger hell werden, während gleichzeitig eine zweite Komponente symmetrisch zu dem ursprünglichen Streifen erscheint. Hat man die Stellungen *A* und *B* überschritten, so werden die beiden Komponenten in beiden Feldern gleichartig und ändern sich nicht mehr bei Drehung des Viertelwellenblättchens. Die verschiedene Verschiebung der Streifen im Magnetfelde läßt die Deutung zu, daß die einen durch Schwingungen negativer, die andern durch Schwingungen positiver Elektronen veranlaßt werden. Das Verhältnis $\frac{m}{e}$ wurde zu $1,1 \cdot 10^8$ ermittelt.

In der Nähe und im Innern der Absorptionsstreifen zeigt die Xenotimplatte anomale Dispersion. Die rasche Änderung des Brechungsexponenten läßt sich mit Hilfe der Interferenzstreifen von Fizeau und Foucault zeigen, die bei Durchsetzung der Absorptionsstreifen stark verschoben erscheinen. Ein anderer Nachweis gelang mittelst einer von Voigt und Wiechert angegebenen Versuchsanordnung. Man bringt die senkrecht zur Achse geschnittene Platte zwischen zwei um 45° gegen die Horizontale geneigte Nicols und stellt auf den Spalt des Spektroskops, zwischen Kristall und Analysator, einen Babinetschen Kompensator so ein, daß die Interferenzstreifen horizontal sind. Erzeugt man nun ein Magnetfeld, dessen Kraftlinien horizontal und normal zu den Lichtstrahlen verlaufen, so verschieben sich die dunkeln Interferenzstreifen an den Rändern der Absorptionslinien. Die Änderung des Brechungsindex ist unabhängig vom Zeichen der Elektronen. Geht man vom Rot zum Violett, so vergrößern sich die Indices an der Außenseite, vermindern sie sich im Innern der Absorptionsstreifen. Durch einen besonderen Versuch gelang es auch, die vom Magnetfelde erzeugte Phasendifferenz zwischen den beiden entgegengesetzt zirkularen Schwingungen nachzuweisen.

Ähnliche Beobachtungen wie an dem Xenotim machte der Verf. am Tysonit, einem Fluorit von Cer, Lanthan und Didym vom Pikes Peak in Colorado. Die Verschiebungen der Absorptionsstreifen im Magnetfelde sind hier allerdings viel geringer; sie lassen sich aber gut beobachten, wenn man das Magnetfeld rasch mehrere Male umkehrt, wobei die Streifen um ihre erste Stellung hin und her pendeln. Auch die Erscheinungen der magnetischen Rotationspolarisation ließen sich am Tysonit beobachten.

Der Verf. entwickelt eine Theorie der Lichtbewegung in einachsigen Kristallen im Magnetfelde auf Grund der von Voigt gegebenen Theorie des Zeemanschen Phänomens, und gelangt zu einer befriedigenden Übereinstimmung mit den von ihm beobachteten Erscheinungen. Eigentümlich ist bei beiden Kristallen, daß die Verschiebung der Streifen zur Annahme positiver Elektronen führt, während alle Absorptionslinien der Gase und Dämpfe nur negativen Elektronen entsprechen.

Da die untersuchten Kristalle magnetische Stoffe (Erbium, Didym usw.) enthalten, der Magnetismus aber eine Funktion der Temperatur ist, so lag es nahe, zu untersuchen, ob die beobachteten Erscheinungen auch von der Temperatur abhängig sind. BECQUEREL fand dabei, daß, wenn man einen der Kristalle erwärmt, die Absorptionslinien sich ausbreiten und an Intensität einbüßen, ihre Mitte aber an derselben Stelle des Spektrums bleibt. Beim Xenotim z. B. vereinigen sich die bei gewöhnlicher Temperatur sehr feinen und scharfen Linien miteinander, sobald man den Kristall erwärmt; die Durchsichtigkeit wird in dem ganzen Spektrum geringer. Bringt man dagegen den Kristall auf die Temperatur der flüssigen Luft, so erhalten die Absorptionsstreifen eine ganz außerordentliche Schärfe und Feinheit. Die Absorption konzentriert sich dann auf die Mitte jedes Streifens, der Kristall wird viel durchsichtiger und ändert sogar die Farbe. Das gewöhnlich rötliche Projektionsbild des Xenotims wird bei sehr tiefer Temperatur fast weiß. Man kann sagen, daß die optischen Eigenschaften dieser Kristalle bei der Temperatur der flüssigen Luft sich den Eigenschaften der ein Linienspektrum zeigenden, durchsichtigen Dämpfe annähern. Einige Absorptionsstreifen ($520,6 \mu\mu$, $522,1 \mu\mu$, $650,5 \mu\mu$, $657,1 \mu\mu$) erscheinen bei niedriger Temperatur verdoppelt, der Streifen $652,3 \mu\mu$ sogar vervierfacht.

Im Magnetfelde war, wenn das Strahlenbündel, die optische Achse und die Kraftlinien parallel waren, keine Einwirkung der Temperatur auf die Verschiebung der Streifen zu bemerken. War das Strahlenbündel senkrecht zur Feldrichtung, so gab es bei einzelnen Streifen Änderungen; so z. B. verwandelte sich der Streifen $522,1 \mu\mu$ in ein Triplet, bestehend aus zwei sehr starken und einer schwächeren Linie. Da die anomale Dispersion, die Doppelbrechung und die magnetische Rotationspolarisation mit der Streifenbreite sich ändern, so ist bei diesen Erscheinungen auch eine Einwirkung der Temperatur zu beobachten. Die anomale Dispersion vermindert sich bei Erwärmung beträchtlich, die Doppelbrechung ändert sich in der ganzen Ausdehnung des Spektrums. Die magnetische Doppelbrechung wird bei

einer Temperatur unterhalb Dunkelrotglut unmerklich. Die magnetische Rotationspolarisation in der Umgebung der Streifen wird im Xenotim bei hoher Temperatur geringer, bei der Temperatur der flüssigen Luft dagegen sehr intensiv und ist hier vergleichbar der entsprechenden Erscheinung in der Nähe der Absorptionslinien der Dämpfe (Beobachtungen von Macaluso und Corbino). Auch für die letzteren Erscheinungen hat der Verf. eine theoretische Begründung gefunden. Schk.

Aus der Elektrooptik. 1. Das Kerrsche Phänomen im elektrischen Felde war bisher nur beobachtet worden, wenn das hindurchgehende Licht senkrecht zu den Kraftlinien des Feldes polarisiert war. Bei dem Kerrschen Fundamentalversuch wurde durch einen Jaminschen Interferenzialrefraktor ein System von Interferenzstreifen erzeugt; von den beiden, ein Gefäß mit Schwefelkohlenstoff passierenden, zur Interferenz gebrachten Strahlenbündeln ging das eine zwischen den Platten eines Kondensators, das andere außerhalb derselben hindurch. War das Licht senkrecht zu den Kraftlinien des Kondensators polarisiert so beobachtete Kerr beim plötzlichen Entladen des Kondensators ein Springen des ganzen Streifensystems; dieses wurde nicht beobachtet, wenn das Licht parallel zu den Kraftlinien polarisiert war. Nach der von Voigt gegebenen Theorie des Kerrschen Phänomens mußte sich der Brechungsexponent des Dielektrikums in beiden Fällen und zwar so verändern, daß die Lichtgeschwindigkeit für beide Polarisationszustände eine Änderung von gleichem Vorzeichen, aber verschiedener Größe erfährt. Da die Kerrschen Versuche dies beim Schwefelkohlenstoff nicht ergeben hatten, so wiederholte G. AECKERLEIN die Versuche mit Nitrobenzol, das nach Schmidt die Kerrsche Doppelbrechung etwa 60-mal so stark zeigt wie Schwefelkohlenstoff (*Phys. Ztschr.* 1906 S. 594). Die Versuchsanordnung war dieselbe; wegen der elektrischen Leitfähigkeit des Nitrobenzols wurden zwischen den Kondensatorplatten die schnell schwingenden Wechselfelder einer oszillierenden Funkenentladung benutzt. Damit die einzelnen Phasen der Schwingungen getrennt wahrgenommen werden konnten, dienten als Lichtquelle Funken von geringerer Dauer als die Funken, welche die Schwingungen des elektrischen Feldes hervorbrachten. Es wurde nun beobachtet, daß beim Einsetzen des Feldes die Streifen nach oben springen, wenn die Lichtschwingungen senkrecht, nach unten, wenn sie parallel zu den Kraftlinien sind. Durch besondern Versuch wurde festgestellt, daß das Licht im ersten Falle eine Verzögerung, im zweiten eine Beschleunigung erfährt. Die Beeinflussung des Lichts findet also in beiden Fällen statt, aber in entgegengesetzter und nicht, wie die Voigtsche Theorie folgerte, nach gleicher Richtung. Dieselbe Erscheinung wie bei Nitrobenzol wurde auch bei Orthonitrotoluol beobachtet. Für Schwefelkohlenstoff war die Feldstärke bei dieser Versuchsanordnung nicht ausreichend.

2. Daß die Wirkung der ultravioletten Strahlung auf verschiedene chemische Prozesse durchaus mit der Wirkung der stillen elektrischen Entladung zusammenfällt, wird von E. REGENER an mehreren Beispielen gezeigt, (*Ann. der Physik* 20, 1033; 1906). Zunächst ergab sich, daß Sauerstoff, der nach Warburg durch die stille Entladung sowohl ozonisiert als auch desozonisiert wird, auch durch gewisse ultraviolette Strahlen ozonisiert und desozonisiert werden kann. Die ozonisierende Wirkung war schon von Lenard gefunden worden. Zum Nachweis der desozonisierenden Wirkung benutzte der Verf. eine mit Sauerstoff gefüllte Quarzröhre, deren Inhalt durch ein kleines Induktorium ozonisiert werden konnte; nach Fortnahme der hierzu nötigen Belegungen wurde in einer von der ersten umschlossenen zweiten Röhre eine Funkenstrecke als Quelle für ultraviolettes Licht angebracht. Die Ozonisierung wurde bestimmt aus der Volumverminderung, die bei Umwandlung des Sauerstoffs in Ozon auftritt. Dazu war die Ozonröhre durch eine Kapillare mit einem Hilfsgefäß verbunden, welches die Volumänderung aus dem Stand der absperrenden Schwefelsäure bestimmen ließ. Es ergab sich eine starke desozonisierende Wirkung der ultravioletten Strahlung, und zwar eine um so stärkere, je höher der Ozongehalt war. Die desozonisierende Wirkung hörte auf, wenn man über die Funkenstrecke ein dünnwandiges Glasrohr schob, das die Wellen unter $300\ \mu$ absorbierte. Die desozonisierenden Strahlen liegen bei dem

Absorptionstreifen des Ozons bei 257μ . Dagegen ist die Wellenlänge der Ozon erzeugenden Strahlen kleiner als 200μ ; sie werden durch Kalkspat absorbiert. Zwischen Ozonisierung und Desozonisierung tritt ein Gleichgewichtszustand ein, der bei höherer Temperatur einen geringeren Ozongehalt des Gemisches erfordert, als bei tieferer Temperatur, was auf die mit der Temperatur abnehmende Stabilität des Ozonmoleküls zurückzuführen ist.

Ebenso wie auf Sauerstoff und Ozon wirkt die stille elektrische Entladung zersetzend auf Ammoniak, Stickoxyd, Stickoxydul. REGENER konnte nachweisen, daß eine kurzwellige, ultraviolette Strahlung auf diese Stoffe ganz dieselbe Wirkung ausübt. Der Zusammenhang zwischen den Wirkungen der stillen Entladung und denen der ultravioletten Strahlen scheint also ganz allgemein zu sein.

3. Durch ultraviolette Bestrahlung eines metallischen Leiters, der sich in einem elektrischen Felde befindet, konnte Frau BAUDEUR eine elektrische Ladung des Leiters bewirken. (*C. R. CXLIII* 895, 1139; 1906). Der Leiter war eine Platte aus Silber, Gold, Blei, Platin oder Zink. Um das Feld zu erzeugen, genügte es, in die Nähe dieser Platte *Pr* und auf die Seite, von der das Licht kommt, einen positiv geladenen Körper *Pa* (aus Glas oder Kupfer) zu bringen. Waren die ultravioletten Strahlen (durch eine Glasplatte) abgeblendet, so wirkte *Pa* nur durch Influenz auf *Pr*; sobald aber die ultravioletten Strahlen die gegen *Pa* gekehrte Oberfläche von *Pr* trafen, stieg das Potential von *Pr* allmählich und erreichte in wenigen Minuten einige 100, selbst 1000 Volt, wenn *Pa* nur ein hinreichend hohes Potential besaß. Hatte *Pa* nur ein geringes Potential, so mußten beide Platten in einer Entfernung von nur wenigen Zentimetern stehen. War *Pa* mit dem positiven Pol einer kleinen Wimshurstschen Maschine in Verbindung, so konnte *Pr* unter dem Einfluß des Sonnenlichts auf über 1500 Volt gebracht werden, selbst wenn der Abstand beider Platten 4 m betrug. Das Potential von *Pr* hing ab: von der Belichtung, von dem Zustand und der Natur seiner Oberfläche, vom Zustand und der Natur der anderen Platte, von dem Potential dieser und von der Entfernung beider Platten. Die Erscheinung hat nichts mit dem sonst bekannten lichtelektrischen Effekt zu tun, da bei diesem von dem sich positiv ladenden Körper negative Teilchen ausgesandt werden, die andere Körper wieder negativ zu laden vermögen, während hier in der Nähe befindliche Leiter entweder unelektrisch bleiben, oder, falls sie auch belichtet sind, ebenfalls positive Ladungen annehmen. Auch die Lenardschen Beobachtungen (*d. Ztschr. XIII* 285) sind auf die von Frau BAUDEUR gefundenen Erscheinungen nicht anwendbar, da dort die erregenden Strahlen nicht in dem durch die Atmosphäre gegangenen Sonnenlicht, auch nicht in den durch 30 cm Luft gegangenen Strahlen des elektrischen Bogenlichts existieren. Die hier wirksamen Strahlen waren von größerer Wellenlänge und geringerer Absorbierbarkeit; für Kupfer lag ihre Wellenlänge zwischen 0,300 und $0,225 \mu$.

Wurde nicht die Platte *Pr*, sondern die erregende Platte *Pa* mit ultravioletten Strahlen belichtet, so erhielt *Pr* eine negative Ladung; durch eine zwischen beide Platten gebrachten Schirm von Glas oder Paraffin wurde diese Wirkung verhindert. In beiden Fällen wuchs, bei einem konstanten Potential von *Pa*, das Potential von *Pr* zuerst rasch, dann immer langsamer und erreichte ein Maximalwert, der bei gleichbleibenden Bedingungen erhalten blieb. Beide Erscheinungen der positiven und negativen Ladung lassen sich in folgenden Satz zusammenfassen: „Werden zwei geeignete Metallplatten auf verschiedenes Potential gebracht, so daß zwischen ihnen ein hinreichend starkes elektrisches Feld entsteht, so bewirken gewisse ultraviolette Lichtstrahlen, welche die auf dem niederen Potential stehende Platte treffen, eine elektrische Zustandsänderung beider Platten; sie schwächen das Feld bis zu einem Grenzwerte, der von den Versuchsbedingungen abhängt und bestehen bleibt, so lange jene Bedingungen dieselben bleiben.“ *Schk.*

3. Geschichte und Erkenntnislehre.

Galileis Abschied von Pisa. In den „Mitteilungen zur Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften“ Bd. V Nr. 2 und 3 setzt E. WOHLWILL die Veröffentlichung seiner Galileistudien fort. Nachdem er bereits früher die Legende von den Pisaner Fallversuchen Galileis zerstört hat (vergl. ds. Zeitschr. XVIII 304), richtet er nunmehr seine Kritik gegen eine andere, in der Galileiliteratur nicht minder festgewurzelte Legende. Es handelt sich um die Ursachen des Abschieds von Pisa. Galilei siedelte, nachdem er nur 3 Jahre lang den Lehrstuhl der Mathematik in Pisa bekleidet hatte, im Jahre 1592 nach Padua über. Aus seiner Korrespondenz mit dem Marchese dal Monte geht hervor, daß es wesentlich die Niedrigkeit des Jahresgehalts von 60 Goldgulden (etwa 360 heutigen Lire) war, die den 28jährigen Mathematiker in die Fremde zu gehen veranlaßte. Dagegen berichtet Viviani — der auch die Legende von den Fallversuchen verschuldet hat — Galilei habe durch seine Bekämpfung aristotelischer Lehren die Feindschaft und den Neid seiner Kollegen erweckt; diese hätten den Umstand, daß Galilei eine von einer hohen Persönlichkeit erfundene Baggermaschine abfällig beurteilt habe, dazu benutzt, Galilei bei eben dieser Persönlichkeit verhaßt zu machen, und aus diesem Grunde habe Galilei sich entschlossen, die ihm angebotene Professur in Padua anzunehmen. Ein anderer Biograph, Gherardini, ein Zeitgenosse Galileis, bezeichnete als die betreffende hohe Persönlichkeit den Prinzen Giovanni von Medici, den natürlichen Sohn Cosimos des Ersten. Ein viel späterer, Nelli, kombinierte den Bericht Vivianis mit den Mitteilungen dal Montes und schmückte ihn weiter aus. Mit mancherlei Varianten und Zusätzen ist die Erzählung dann auch in alle neueren Biographien übergegangen.

WOHLWILL weist nun nach, daß die Tradition, Galilei habe in Pisa bereits die aristotelische Bewegungslehre bekämpft, unmöglich zutreffend sein kann. Öffentliche Vorträge solchen Inhalts von seiten des Mathematikers wären unter allen Umständen ein Übergriff in das Vortragsgebiet seiner philosophischen Kollegen gewesen. Es ist uns aus den 21 Jahren seiner akademischen Tätigkeit keine Tatsache bekannt, die dafür spräche, daß Galilei jemals die ihm gesteckten Grenzen überschritten hätte, und insbesondere ist auch keine authentische Notiz über öffentliche Vorträge, in denen Galilei die aristotelische Lehre angegriffen hätte, vorhanden. Man weiß vielmehr, daß Galilei noch in der Paduaner Zeit (über die allein uns zuverlässige Aufschlüsse zu Gebote stehen) sich in bewußter Resignation darauf beschränkte, seine antiperipatetischen Ansichten, insbesondere auch in betreff des kopernikanischen Systems, niederzuschreiben, daß er aber den Gedanken weit von sich abwies, sie der Öffentlichkeit zu übergeben. In einem Brief, den er kaum 5 Jahre nach dem Abschied von Pisa (4. August 1597) an Kepler gerichtet hat, ist dies unzweideutig ausgesprochen; dieser Brief schließt mit den Worten: „Ich würde wagen, meine Gedanken auszusprechen, wenn es mehrere gäbe, wie Du einer bist, mein Kepler; da dem aber nicht so ist, so werde ich mir diese Bemühung ersparen (*hujusmodi negotio supersedebo*)“. Es ist auch außer Frage gestellt, daß Galilei während seines ganzen Aufenthalts in Padua darauf verzichtet hat, seine Schüler in die kopernikanische Astronomie einzuführen; er hat vielmehr in der für den Gebrauch seiner Zuhörer bestimmten Schrift „Kosmographie oder Sphäre“ die Astronomie nach ptolemäischer Lehre vorgetragen und darin u. a. auch auf Grund der aristotelischen Physik die Unmöglichkeit der Bewegung der Erde deduziert, ohne irgendwie den Unwert der angeführten Gründe zu berühren. Wenn also auch Galilei seine Widerlegungen der aristotelischen Lehren einigen nächsten Freunden und bevorzugten Schülern mitgeteilt haben mag, so blieb doch die Periode der Paduaner Lehrtätigkeit eine Zeit der stillen Vorbereitung für den großen Kampf, der mit dem Jahre 1610, im 46. Lebensjahre Galileis, beginnt. Es erscheint hiernach ausgeschlossen, daß Galilei in Pisa bereits als der kühne Neuerer hervorgetreten ist, als den ihn Viviani hinstellt.

Allerdings weiß Viviani auch aus der Pisaner Zeit einen Vorgang zu berichten, der nach seiner Darstellung den Anschein erwecken kann, als habe die öffentliche Bekämpfung der aristotelischen Lehren zur Signatur der Lehrtätigkeit Galileis in Padua gehört. Dies sind die drei Vorlesungen, die Galilei im Herbst 1604 in Padua über den Ort und die Be-

wegung eines damals neu erschienenen Sterns gehalten hat. Viviani verschweigt, daß bereits 1572 ein solcher Stern (in der Kassiopeja) beobachtet worden war, und daß Tycho Brahe den Stern als der Sphäre der Fixsterne angehörig erkannt und dies Ergebnis als vernichtend für die aristotelische Lehre von der Unveränderlichkeit des Himmels hingestellt hatte. Die darauf bezügliche Schrift war erst nach dem Tode des Verfassers 1602 durch Kepler veröffentlicht worden. Viviani stellt die Sache so dar, als habe erst Galilei aus seinen Beobachtungen über den Stern von 1604 jene Konsequenz gezogen und zum Angriff auf die Lehre von der Unveränderlichkeit des Himmels benutzt. In Wahrheit hat sich, soweit sich sehen läßt, Galilei auch in diesem Fall innerhalb der Schranken des Mathematikers gehalten, dem es oblag, den Ort und die Bewegung des neuen Sterns festzustellen. Er betont Kepler gegenüber, der ihn um eine Abschrift der Vorlesungen ersucht hatte, daß er sich darauf beschränkt habe, zu beweisen, daß der Ort des neuen Sterns weit oberhalb der Sphäre des Mondes sei und immer gewesen sei. Die spärlichen, sonst erhaltenen Bruchstücke der Vorlesungen lassen nicht erkennen, ob und wie weit Galilei vor seiner gemischten Hörerschaft den Widerspruch gegen die aristotelische Lehre hat hervortreten lassen. Da die Schriften der späteren Gegner solcher Äußerungen nicht Erwähnung tun, so darf man schließen, daß Galilei den Widerspruch keinesfalls scharf betont hat. Auch ein Dialog des Cecco de Ronchetti „in Angelegenheiten des neuen Sterns“, der nach Annahme Favaros, wenn nicht von Galilei geschrieben, so doch unter seiner Mitwirkung entstanden ist, liefert ein Zeugnis dagegen, daß Galilei bei der Gelegenheit jener Vorlesungen den Aristoteles angegriffen habe; denn es wird dort ausdrücklich abgelehnt, daß die Mathematiker sich darum kümmern, ob der Himmel entstehen oder vergehen könne, da sie sich doch nur damit beschäftigten, zu messen!

Während also nach der Darstellung Vivianis Galilei als ein Heros erscheint, der von Jugend auf die aristotelische Lehre bekämpft, so ergibt sich aus WOHLWILLS Darlegungen vielmehr, daß in seinem Leben länger als zwei Jahrzehnte hindurch ein Gegensatz bestanden hat „zwischen Studierzimmer und öffentlichem Lehramt, zwischen einem Innern, das von dem Geist einer neuen Wissenschaft und Weltanschauung ganz und gar erfüllt ist, und einem äußeren, für das die vorgeschriebenen Bahnen maßgebend sind“. Es läßt sich nicht leugnen, daß dadurch die Persönlichkeit Galileis in demselben Maße, in dem sie ihres falschen heroischen Nimbus entkleidet wird, uns menschlich näher rückt.

Aus einer angehängten Charakteristik Gherardinis, der neben Viviani als Zeuge für die oben gekennzeichnete Legende in Betracht kommt, ergibt sich, wie wenig glaubwürdig im besonderen auch die Angabe in betreff des Prinzen Giovanni ist, und daß noch weniger aus der Übereinstimmung Vivianis mit Gherardini ein Schluß gezogen werden kann auf die Zuverlässigkeit der in dieser Sache von Viviani gemachten Mitteilungen. In einem Nachwort rechtfertigt sich der Verfasser gegenüber einer abweisenden Kritik, die speziell die Bemerkung bezüglich Gustav Adolfs in der ersten Studie (ds. Zeitschr. XVIII 306) durch den bekannten Galileiforscher Antonio Favaro erfahren hat. Die erneute Diskussion des Falles von seitens des Verfassers zeigt, wie sehr er im Rechte war, als er die Nachricht, Gustav Adolf habe zu den Zuhörern Galileis in Pisa gehört, als eine aller tatsächlichen Unterlage entbehrende hinstellte.

In einem zweiten Nachwort (a. a. O. Bd. VI Nr. 3) wendet sich der Verfasser nochmals gegen Favaro, da dieser ihm eine „antigalileianische um nicht zu sagen antiitalienische oder antilateinische“ Haltung vorwirft. Favaro beruft sich dafür ausschließlich auf die obige Übersetzung der Worte „hujusmodi negotio supersedebo“, die er mit K. v. Gebler durch „so spare ich es mir auf“ übersetzt sehen will. Der Verf. weist mit unwidersprechlichen Argumenten die Sprachrichtigkeit seiner Deutung nach, wodurch nun vielmehr Herrn Favaros Auffassung als antilateinisch oder wenigstens unlateinisch erscheint. Das Verhalten Favaros ist im übrigen nur daraus verständlich, daß ihm — ganz unzutreffenderweise — durch die von WOHLWILL gegebenen Aufklärungen der Ruhm Galileis gemindert erscheint. Auch in diese Abwehr aber flicht WOHLWILL wertvolle Hinweise auf die wahre Ruhmestat Galileis.

Nicht erst 1613 in der Schrift über die Sonnenflecken — wie vielfach angegeben wird — sondern in dem Nuncius sidereus vom März 1610 spricht Galilei zum ersten Male „das Bekenntnis zur kopernikanischen Lehre so unverhüllt und rücksichtslos aus, daß von dem Augenblick an nicht nur Padua und Italien, sondern Europa gewußt hat, daß Galilei als Verteidiger der Erdbewegung in die Schranken trete“. Dort heißt es von der Erde: „daß sie ein Wandelstern ist und den Mond an Lichtglanz übertrifft, nicht aber ein unterer Raum für den Schmutz und die Hefen der Welt, das werden wir durch unzählige Beweise und natürliche Gründe erhärten“. WOHLWILL fügt hinzu: „Um dieser Worte willen und um alles dessen willen, was aus ihnen gefolgt ist im großen zweiundzwanzigjährigen Kampfe für das Recht der freien Wissenschaft, wird kein frei Denkender imstande sein, Galilei einen Vorwurf daraus zu machen, daß er im dunklen Vorgefühl dessen, was der Kampf für ihn bedeuten würde, lange gezögert hat, ihn aufzunehmen, und daß er in dieser langen Vorbereitungszeit auch Stunden vollständiger Resignation zu durchleben gehabt hat.“ P.

Zur Geschichte des Warmluftballons. Vor einiger Zeit ist in ds. Zeitschr. (XIX 311; 1906) über eine Mitteilung von F. M. FELDHAUS berichtet, derzufolge man in einer dort wiedergegebenen, einer Handschrift vom Jahre 1540 entstammenden Abbildung diejenige eines Warmluftballons zu sehen hätte; bei genauerer Prüfung dieser Zeichnung stößt man jedoch auf erhebliche Bedenken gegen die Richtigkeit dieser Behauptung, insofern es 1. schwer verständlich ist, wie, wenn es sich um die Darstellung wirklichen Feuers handelt, dieses bei der abgebildeten Einrichtung den „Ballon“ selbst nicht beschädigen konnte, 2. wie bei der dargestellten Lage sich die heißen Gase im „Ballon“ hätten ansammeln können. Diese Frage ist eingehend von Prof. A. KISTNER behandelt (*Prometheus* 18, 101+103; 1906). Zunächst weist dieser darauf hin, daß das fragliche Bild, wenn auch ohne den Mann an der Winde, sich in vielen Werken des 16. und 17. Jahrhunderts wiederfindet, denen zufolge der gezeichnete Feuerbrand nur ein Teil des Drachengebildes selber ist, das nicht nur wie die heute üblichen Spielzeugdrachen eben, sondern vielfach als von einem leichten Gestell gestützter Hohlkörper ausgeführt wurde; solche Hohlkörper, die u. a. von PORTA, WECKER, SCHWENTER und KIRCHER erwähnt werden, wurden zu allerlei auf abergläubische Gemüter berechnetem Hokuspokus benutzt, indem man brennende Lichter in ihnen anbrachte oder kleine Raketen, die natürlich den Drachen zerstörten, nirgends aber finde sich erwähnt, daß die Erwärmung der Luft in ihnen allein sie steigen zu lassen vermöge, was zudem wegen der zu hohen Lage der Öffnung ausgeschlossen erscheine. Das gelte auch bezüglich der fraglichen Abbildung, wobei, wie eingangs angedeutet, noch die Schwierigkeit auftritt, aus was man sich den Drachen gefertigt denken soll, wenn man das gezeichnete für wirkliches Feuer ansieht; Asbest sei erst seit 1720 zu Papier verarbeitet worden. Das Fehlen des Feuerbrandes in einer ähnlichen Abbildung des Werkes „Bellifortis“ des KONRAD KYESER von 1405 mit FELDHAUS durch „Geheimniskrämerei“ zu erklären, sei gezwungen und nicht stichhaltig, da solche Gebilde, wie aus dem oben Gesagten verständlich und auch von FELDHAUS selbst erwähnt wird, zum Heben von Signallichtern bei Nacht benutzt wurden. Nach alledem kommt KISTNER zu dem Schlusse, daß, ehe nicht andere jeden Zweifel ausschließende ältere Angaben gefunden sind, man keine Veranlassung oder Berechtigung habe, den GEBR. MONGOLFIER die Priorität abzuspochen.

Gegen diesen Angriff nimmt W. P. AURICH Herrn FELDHAUS in Schutz (Mitt. z. Gesch. der Medizin u. d. Naturw. Bd. VI, Nr. 2). Der Ingenieur Keyser sage in seiner 1405 verfaßten Schrift „Bellifortis“ ausdrücklich, daß sich im Rachen des Tieres eine Petroleumlampe oder im Schwanz ein Brandsatz befinde; auch Kircher sage gerade in dem von Kistner angeführten Bericht von 1646, man stelle in den Hohlkörpern ein brennendes Talglicht und lasse ihn in dunkler Nacht steigen [dies beweist indessen noch nicht, daß man den Auftrieb der erwärmten Luft benutzte um den Ballon zum Steigen zu bringen]. Gegen Kistners Äußerung, es sei sehr mißlich „Behauptungen, die sich auf die Entwicklung der Naturwissenschaften und Technik beziehen, auf Abbildungen zu stützen“ — nimmt AURICH mit

Recht für das unschätzbare Material alter Abbildungen denselben Wert in Anspruch, wie für überlieferte Texte. Aber es handelt sich im vorliegenden Falle nicht sowohl um die Anerkennung der Abbildung als Geschichtsquelle, als vielmehr um die richtige Deutung einer bestimmten Abbildung, und was diese betrifft, so erscheinen die gegen die Feldhaussche Erklärung vorgebrachten Bedenken auch durch die neueste Veröffentlichung noch nicht entkräftet.

P.

4. Unterricht und Methode.

Die neue Bewegung unter den Physiklehrern in den Vereinigten Staaten. Der Report of the U. S. Commissioner of Education stellt folgendes über die Zahl der Schüler der High Schools fest, die an dem Unterricht in den nachstehenden Fächern teilgenommen haben¹⁾:

Fach	Anzahl der Schüler in Prozenten		Änderung in Prozenten
	1892	1902	
Latein	38,88	50,07	+ 11,19
Deutsch	10,43	16,25	+ 5,82
Algebra	48,93	56,15	+ 7,12
Physik	22,82	17,48	— 5,34
Chemie	10,17	7,37	— 2,80

Diese Zahlen haben mit Unrecht große Bestürzung unter den Lehrern der Physik hervorgerufen; denn diese Zahlen beweisen noch nichts. Zu einem richtigen Urteil oder, deutlicher gesagt, zu einem Urteil, das für uns deutsche Lehrer Wert hat, kommt man nur, wenn der Einfluß folgender Fragen festgestellt worden ist. Beziehen sich die Zahlen auf alle Schüler oder nur auf die Schüler des Jahres, in dem Physik unterrichtet wird? Wie groß war die Zahl der farbigen Schüler? Wie groß war die Zahl der Schülerinnen? Wie groß war die Zahl der Lehrerinnen, die physikalischen Unterricht an Knabenschulen, an Mädchenschulen und an Schulen mit Coeducation erteilt haben²⁾? Die äußeren Einrichtungen für den physikalischen Unterricht sind dank den Anforderungen der Harvard University und den Berichten des Zehnerkomitees nirgends so vollkommen wie in den Vereinigten Staaten. Die Verfahren des physikalischen Unterrichts sind, wenigstens theoretisch, dort vortrefflich entwickelt³⁾. Der gewaltige Aufschwung des wirtschaftlichen Lebens in Nordamerika verlangt zu seiner Erhaltung und Steigerung eine gute physikalische Schulung nicht nur der führenden Männer sondern auch der breiteren Volksmassen. Das amerikanische Volk ist noch so jugendkräftig, daß eine weibliche Verweichlichung der heranwachsenden männlichen Jugend in größerem Umfang kaum anzunehmen ist. Wie ist unter solchen Umständen ein wirklicher Rückgang des physikalischen Unterrichts möglich?

Bedenklicher als die oben erwähnten Zahlen ist die Unzufriedenheit einiger Direktoren von High Schools und anderer Aufsichtsbeamten und Examinatoren mit den Leistungen des physikalischen Unterrichts. Bei manchen amerikanischen Direktoren wäre freilich erst zu untersuchen, ob sie überhaupt die Güte eines solchen Unterrichts zu beurteilen vermögen⁴⁾, und bei den Klagen einiger Examinatoren weiß man nicht, ob die Leistungen der Schüler oder die Prüfungen der Professoren mehr zu tadeln sind⁵⁾. Der physikalische Unterricht in der High School entspricht nahezu dem unserer Unterstufe, und es ist doch unbillig, einem

¹⁾ G. C. Bush, *The Status of the Physical Sciences in the High School*. *School Science* 5, 431; 1905.

²⁾ Vgl. *Reports of the Mosely Educational Commission to the United States of America* 6. 13, 320 u. 353 und H. W. Horwill, *Women Teachers in America*. *School World* 9, 124; 1907.

³⁾ Vgl. A. Smith und E. H. Hall, *The Teaching of Chemistry and Physics in the Secondary School*. London, Longmans, Green, and Co. 1902, angezeigt in d. Ztschr. XVI 243.

⁴⁾ H. N. Chute, *The Teaching of Physics*. *School Science* 6, 255 u. 360; 1906.

⁵⁾ H. A. Perkins, *The Teaching of Science in Schools*. *School Science* 5. 691; 1905.

Schüler einer solchen Anstalt bei der Aufnahmeprüfung in ein College Fragen zu stellen, die kaum bei der Reifeprüfung eines preußischen humanistischen Gymnasiums beantwortet würden. Auch ist zu beachten, daß die Universitäten auf den physikalischen Unterricht der High Schools einen tief eingreifenden Einfluß ausüben, der unbestritten einst reichen Segen gestiftet hat, heute aber schädlich wirkt und vielfach als eine unerträgliche Tyrannei empfunden wird. Viele amerikanische Lehrer leisten ganz Treffliches und haben unseren Unterricht, namentlich seine Verfahren und seine Hilfsmittel ganz außerordentlich gefördert. Immerhin scheint in den Vereinigten Staaten der physikalische Unterricht mehr, wie zulässig ist, Lehrkräften übertragen zu sein, die keine sind. Es muß daher eine Hauptsorge der Schulverwaltungen sein, nur tüchtige Männer an ihre äußerlich so glänzenden Anstalten zu fesseln und zu verhindern, daß sie durch unzureichende Besoldung oder Überlastung in das lockende gewerbliche Leben hinausgetrieben werden.

Unsere amerikanischen Fachgenossen, die in einer Reihe rühriger Vereine und Verbände den physikalischen Unterricht eifrig fördern und in harter Tagesarbeit in der Schule ihre Pflichten treu erfüllen, haben sich nicht darauf eingelassen, nachzuweisen, daß sie an dem angeblichen Niedergang des physikalischen Unterrichts unschuldig seien, sondern sind tatkräftig an die Frage herangetreten, was können wir selbst zur Besserung der Verhältnisse noch tun. Das zeigt sich zunächst in einer Reihe wertvoller Abhandlungen¹⁾, von denen wir drei besonders hervorheben.

Vor allen sei genannt die geistreiche und anregende Untersuchung von C. R. MANN, *On Science Teaching, School Science* 5, 546, 617, 685; 1905 und 6, 29, 194, 303; 1906. Er stellt zunächst fest, daß gerade die besten Lehrer der Physik mit den Erfolgen ihres Unterrichts unzufrieden sind. Nur zum Teil lasse sich dies durch das rasche Fortschreiten der Wissenschaft erklären, dem der gewissenhafte und eifrige Lehrer nicht mehr zu folgen vermöge. Es liege das Bedürfnis vor, die Aufgaben des physikalischen Unterrichts klarer und bestimmter zu fassen. Eine Hauptquelle der Mißerfolge in der Schule sei die sogenannte Exaktheit der Physik. Die Genauigkeit vieler Gesetze beruhe nicht auf Beobachtungen von Naturvorgängen, sondern auf Abstraktionen, Begriffsbildungen, denen der Schüler oft nicht zu folgen vermöge. Die Begriffssysteme stellten sich zwischen den Schüler und seine alltäglichen Erfahrungen und hemmten vor allem die Entwicklung seiner Einbildungskraft. Die Beschreibung der physikalischen Erscheinungen durch starre Dogmensysteme stoße den Schüler ab. Der Lehrer habe dem Schüler die physikalischen Tatsachen und deren Erklärungen durch Versuche und Erfahrungen des täglichen Lebens zu erläutern doch mit einer solchen Zurückhaltung, daß der Lernende sich in seinem Innern ein eigenes Weltbild frei gestalten könne. Der Lehrer solle sich hüten, diese innere Entwicklung zu stören, er müsse sich selbst zügeln, sein Erfolg hänge mehr von dem ab, was er nicht sagt, als von dem, was er sagt. Unsere Aufgabe sei lediglich, die Aufmerksamkeit des Schülers auf die Naturerscheinungen zu lenken, wir müßten es diesem selbst überlassen, sich in seinem Innern ein eigenes Bild der Welt zu schaffen.

Die wahre Verknüpfung der verschiedenen Lehrstoffe beruhe auf der gemeinsamen Anwendung des naturwissenschaftlichen Forschungsverfahrens in seinen vier Stufen, Beobachtung, Induktion, Deduktion und Bestätigung. Wir sollten den Schüler zu einem wissenschaftlichen Verhalten den Dingen gegenüber erziehen. Dieser müsse sich gewöhnen, streng zu unterscheiden zwischen den Dingen, die er selber beobachtet hat, und den Dingen, die er durch Lesen oder Hörensagen erfahren hat, und sein Urteil auf die eigenen Beobachtungen und nicht auf fremde Autorität zu gründen. Es sei sehr schwierig, den Schüler zu vor-

¹⁾ Vgl. z. B. John F. Woodhull, *The Enrichment of the High School Course in Physics. School Science* 5, 223; 1905. Derselbe, *Modern Trend of Physics and Chemistry. Educational Review* 236; 1906. Derselbe, *Science for culture. School Science* 7, 89; 1907. E. E. Burns, *The aim in High School Physics. School Science* 6, 652; 1906. A. W. Duff, *Exposition, Experiment and Discussion in the Teaching of Elementary Physics. School Science* 7, 141; 1907.

urteilslosem und selbständigem Denken zu erziehen, da wir seit Jahrhunderten gewohnt seien, viele Dinge als Dogmen auf fremde Autorität hin als wahr anzunehmen oder aus Büchern zu lernen. Die Entwicklung eines freien eigenen Willens im Schüler sei zwar recht schwierig, aber sehr wertvoll, beruhe doch aller wirkliche Fortschritt auf dem freien Handeln frei denkender Menschen. Wer sich ein solches freies geistiges Verhalten erworben habe, müsse es auch bei seinen Mitmenschen achten. Das naturwissenschaftliche Forschungs-verfahren sei nur eine Unterart des allgemeinen menschlichen Handelns, das in drei Stufen verlaufe. Wir setzen uns ein Ziel, suchen nun ein Mittel, um den Zweck zu erreichen, wenden dann das Mittel an und erhalten ein Ergebnis. Das naturwissenschaftliche Forschungs-verfahren sei ein Mittel zum Zweck und führe zu einem Ziel, es habe aber selbst kein Ziel. Wir müßten also dem Schüler beim physikalischen Unterricht ein Ziel stecken. Der Hinweis auf den künftigen Nutzen sei wertlos; man könne auch seine Teilnahme, seine Neugierde erregen. Hier liege noch ein großes Forschungsgebiet für den Lehrer. Von der Setzung des Zieles und dem Hinführen zu ihm hänge unser Erfolg und Mißerfolg ab.

Die Physik habe mit den übrigen Lehrstoffen das Ziel gemeinsam, dem Schüler Kultur zu vermitteln. In Anlehnung an HAMILTON WRIGHT MABIE, *Essays on Nature and Culture* faßt MANN die Kultur auf as a power of feeling relationships, as an attitude of mind toward all about us, and as an ability to become filled with a sense of the ultimate unity of Mankind, Nature, and Man. Er verlangt im Anschluß daran, daß der Physiklehrer mehr die historische und konkrete als die logische und abstrakte Seite seines Gegenstandes behandle. Er solle versuchen, die Geschichte seines engeren Faches mit der weiteren allgemeineren Geschichte der Ideen zu verknüpfen. Wir bedürften einer stärkeren Berührung mit der Natur und mit der Welt außerhalb unseres Faches, nicht neue geistreiche Apparate oder neue elegante Versuche, wohl aber eine höhere Warte und einen größeren Interessenkreis, kurz *less impedimenta, and more human life*. Arbeiten wir in diesem hohen Sinn, so erheben wir die Physik zu einem lebensvollen Erziehungsmittel. *The highest criterion of pure science is its educational value.*

Der Lehrer müsse ein klares und bestimmtes Endziel haben, nach dem er strebt; doch sei dies für jeden einzelnen ein anderes und müsse den Stempel seiner Eigenart tragen. Mit der Wahl des Zielesbürde er sich eine schwere Verantwortlichkeit auf, und er müsse also auf das Suchen des für ihn richtigen Zieles viel Zeit und Kraft verwenden. MANN gibt nun eine Reihe von Unterrichtszielen an, die aufgestellt worden sind u. a. bei: E. H. HALL, *The Teaching of Physics*; KARL PEARSON, *Grammar of Science*; MRS. M. E. BOOLE, *The Preparation of the Child for Science*; C. H. HENDERSON, *Education and the Larger Life*; FRÖBEL, *Education of Man*; MISS BLOW, *Symbolic Education*; HANUS, *Educational Aims and Educational Values*. Bei der Benutzung dieser und ähnlicher Schriften dürfe der Lehrer jedoch nicht vergessen, daß es sein Vorrecht und seine Pflicht sei, sich selbst das Lehrziel zu stecken. Ein fertig gemachtes Ziel aus den pädagogischen Lagervorräten wirke wie eine Scheuklappe, die mehr schade als nütze. Trage das Ziel nicht den Stempel der Eigenart des Lehrers, so erwecke es kein Leben und keine Begeisterung. Ein nur praktisches Wissen, das ganz auf Tatsachen und gewerbliche Zwecke gerichtet ist, habe außerordentlich geringen Wert für die Ausbildung der menschlichen Seele.

Bei der Stoffauswahl, die von dem Lehrziel abhängt, sei zu beachten, daß die Schüler, wenn sie zu uns kommen, bereits eine Menge qualitativer Kenntnisse besitzen, die aus ihrer allgemeinen Erfahrung stammen. Dies lebendige Wissen nicht zu berücksichtigen, sei sicher ein Fehler. Der Schüler müsse es für überflüssig und langweilig halten, die Erörterung der physikalischen Grundgesetze auf fremdartige und unnatürliche Laboratoriumsversuche zu gründen. Der Lehrer müsse sich daher bestreben, so viel wie möglich dieses vorhandene Wissen zu benutzen, nicht um die Gesetze zu erläutern, die aus Abstraktionen gewonnen worden sind, sondern als ein Mittel, die Vorstellungen auszugestalten, die durch die Gesetze ausgedrückt und verknüpft sind, und als Baustoff, der der Abstraktion als Grundlage dient. Die Entscheidung darüber, welche Erfahrungen der Jugend als Anknüpfungspunkte zu benutzen sind, hänge vor allem von dem Unterrichtsziel des Lehrers ab. Wolle er die Denkkraft entwickeln und nebenbei einige der allgemeinsten und grundlegenden Gesetze der

Physik einprägen, so müßten die ausgewählten Erfahrungen zwar mannigfaltig, doch so einfach und so eng verknüpft, wie nur möglich, sein. Für das gesunde geistige Wachstum sei eine einfache, nahrhafte und leicht verdauliche Diät das beste, jede Überfütterung und Hast aber schädlich. Die Psychologie sei eine noch zu junge Wissenschaft, die bis jetzt noch keine allgemeinen und grundlegenden Gesetze gefunden habe, und sie versage daher. Trotzdem sei das Studium psychologischer und pädagogischer Werke nicht zu vernachlässigen. Der Lehrer der Physik sei gezwungen, hier selbst zu forschen und zu experimentieren, er müsse verschiedene Lehrstoffe in verschiedenen Klassen auf verschiedene Weise behandeln und so herausfinden, was für die Erreichung seines Lehrzieles am zweckmäßigsten sei. MANN weist dann besonders auf HANUS, *Educational Aims and Educational Values* und auf G. STANLEY HALL, *Adolescence* hin, ein Buch, das in Amerika großes Aufsehen erregt und dort die jetzige Reform des physikalischen Unterrichts mit ausgelöst hat. Der Lehrer müsse seine Schüler und ihre vorwiegenden Interessen kennen und herausfinden, was sie anregt und fördert. Die vorhandenen dünnen, trockenen und leblosen Versuche und die Sammlungen von Laboratoriumsapparaten seien ein Hindernis. Besser wäre es, diese Dinge in Museen zu stecken und mit den mehr begeisterten Schülern Spielmaschinen zu bauen als den sich entwickelnden Naturforscher zu töten und die begeisterte Liebe zur Natur und ihren Werken, die jedem normalen Kind angeboren ist, zu ersticken.

Die guten Lehrer unterscheiden sich von den schlechten durch die Art, wie sie den Lehrstoff behandeln. Es sei, wie bereits hervorgehoben, ein Fehler, die Erfahrungen des Schülers im täglichen Leben nicht ausreichend zu berücksichtigen. Der Unterricht sei viel zu theoretisch, zu abstrakt und nicht praktisch genug. Man solle gut bekannte Naturerscheinungen und Maschinen bei den Erörterungen häufiger heranziehen. Man müsse mit mehr Nachdruck und Klarheit auf die Abstraktionsprozesse der Wissenschaft hinweisen, damit der Schüler nicht das Vertrauen zur Physik verliere, wenn er bei der Anwendung ihrer Gesetze finde, daß sie nicht mit der Wirklichkeit übereinstimmen, man solle in solchen Fällen Ungleichungen statt der Gleichungen aufstellen. Oft seien wir gezwungen, bei der Behandlung die historische Reihenfolge zu benutzen, das sei, wenn man diesem Gang auch nicht sklavisch folgen dürfe, im allgemeinen ausgezeichnet. Die Geschichte der Physik lehre uns aber viel mehr. Man müsse die äußeren und inneren Dienste hervorheben, die die Physik der Zivilisation, der Entwicklung der Menschheit geleistet hat und noch leistet. Wir lebten in einem naturwissenschaftlichen Zeitalter, und alles, nur wir Menschen nicht, trüge den Stempel der Physik. Die meisten der Bachelors hätten vom Kindergarten an nur ein Zehntel ihrer Studienzeit auf Naturwissenschaften und Mathematik verwendet. Wie könnten diese jemals hoffen, die sie umgebende Zivilisation zu begreifen? Welche Entschuldigung hätten die Schulen, wenn sie solche halbzivilisierten Wesen als gebildet brandmarkten? Die Statistik ergebe, daß die Physik, wenn sie wahlfrei sei, gemieden werde, man müsse daraus schließen, daß der Fehler mehr an dem physikalischen Unterricht als an der Schule liege. Der Wert der Physik beruhe weniger auf ihren Ergebnissen als auf den Verfahren und Vorgängen, die zu den Ergebnissen hingeführt haben. Wir müßten es unterlassen, die Physik als geordnetes und gestaltetes Wissen zu bezeichnen. Die Auffassung, daß die Ergebnisse der physikalischen Arbeit die Physik ausmachten, sei ein schwerer Fehler. Die Physik sei kein geordnetes Wissen, keine vollendete Sache, sondern Ordnung oder Gestaltung von Wissen, ein aktiver Prozeß. Wir müßten den Lehrstoff so anordnen, daß jede Tatsache als ein Schritt in dem Prozeß erscheine, ein allgemeineres Ergebnis zu erreichen, und dürften die Tatsache nicht als ein abgesondertes Ergebnis für sich hinstellen. Die Physik sei mehr ein gestaltender Vorgang als ein gestaltetes Ergebnis. Der Lernende soll durch seine Arbeit Gestaltungskraft und nicht Gedächtnisdrill gewinnen; gerade diese Gestaltungskraft habe die Physik zu einer treuen Dienerin der Zivilisation gemacht. Die Physik sei ein Erzeugnis des menschlichen Geistes. Sie habe sich allmählich mit der Zivilisation entwickelt und verdanke ihren Ursprung und ihr Wachstum dem unersättlichen Hunger des menschlichen Herzens nach Einheit oder, wie einige lieber sagen, nach Wahrheit. Bei der Entwicklung der Physik

hätten sich eine Anzahl geistiger Eigenschaften als wesentlich für den Erfolg erwiesen wie Vorurteilslosigkeit, Anerkennung der Freiheit des persönlichen Urteils, Bescheidenheit, Ehrerbietung, Gerechtigkeit, d. h. Auffassung der wahren Freiheit als Übereinstimmung mit dem Gesetz usw. Alle diese Dinge habe auch die Physik der Menschheit anerzogen. Im Erziehungswesen aber habe sie dies an dem einzelnen kaum oder gar nicht geleistet. Würde die Physik auch an dem einzelnen ihre Sendung vollständig erfüllen, so würden viele quälende politische, soziale und wirtschaftliche Fragen verschwinden.

Man muß MANN darin recht geben, daß er eine stärkere Verwendung der alltäglichen Erfahrungen des Schülers fordert, diese reichen aber zur Aufstellung der Naturgesetze nicht aus; man darf sie nur, wie bei uns in Deutschland üblich ist, zur Anknüpfung benutzen. Sie dienen zur Aufstellung der Probleme, diese aber finden ihre angenäherten Lösungen je nach den Umständen in den Versuchen des Schülers im Laboratorium oder in den Versuchen des Lehrers in der Klasse. Es ist verfehlt, den Experimenten und Schülerübungen lediglich die Aufgabe zuzuweisen, Gesetze zu bestätigen, die aus allgemeinen Erfahrungen nur errahnt sind.

In einem anderen sehr schönen Aufsatz, *The Aims and Tendencies in Physics Teaching*, *School Science* 6, 723; 1906 hebt MANN hervor, man habe zwar die Technik des physikalischen Unterrichts bewunderungswert entwickelt, doch bei dieser Arbeit die Kunst des Unterrichtens verlernt. Der Unterricht werde sachlich zu gut gegeben, aber auf Kosten seiner humanistischen Früchte. Die Physik gebe weder endgültige Antworten auf unsere Fragen, noch könne sie jemals zu vollständigen, vollendeten oder absoluten Schlüssen führen. Die Gesetze seien nur Auslegungen der Naturerscheinungen durch den Menschen, sie seien das Erzeugnis der Wirkung der Natur auf den Menschen und der Gegenwirkung der Menschen darauf, sie seien also in Wirklichkeit menschlichen Ursprungs, und die Kraft des Menschen könne sie eines Tages ändern, nicht durch Umänderung der Natur, sondern durch eine bessere oder umfassendere Auslegung. Die physikalischen Gesetze seien nur Annäherungen an die Naturerscheinungen. Diese Erkenntnis sei der große und eigenartige Beitrag der germanischen Völker zur modernen Zivilisation. Sie begnügten sich mit diesen Annäherungen, bis sie bessere Bilder gefunden hätten. Darin liege die Kraft der germanischen Naturwissenschaft und ihre Überlegenheit über die griechische. Die Wirkungen solcher Anschauungen auf die Schüler seien unmittelbar und erfreulich. Ihre jugendlichen Geister würden mit einem Schlag von dem Alb der axiomatischen, dogmatischen und finalen Atmosphäre der üblichen Lehrbücher befreit, und es werde das grenzenlose Gebiet der Forschung und Untersuchung ihren Vorstellungen erschlossen. Sie begriffen rasch, daß sie einige Aussichten hätten, selbst etwas für die Wissenschaft leisten zu können, selbst etwas zu finden, was für die Welt von großem Wert sei.

In seiner Arbeit über *Present Tendencies in the Teaching of Elementary Physics*, *School Science* 6 119 und 187; 1906 hält es R. A. MILLICAN für ungünstig, daß die Ziele, das Verfahren und der Lehrstoff des physikalischen Unterrichts in der High School von so vielen erörtert werden, die nicht täglich mit der Schule in Berührung kommen, die, wie GILLEY sagt, kühl im Schatten sitzen und an der Arbeit der sich in der Sonne Plagenden herumrögel. Nur wenige Stunden wirklicher Erfahrung in einem Schullaboratorium würden manche schillernde Seifenblase zerstören und nichts übrig lassen als ein Tröpfchen Schaum am Rande der Pfeife. Mit wenigen Ausnahmen hätten die Universitätsleute bei ihrem abenteuerlichen Streifzug in das Gebiet der Schulphysik offenkundige Mißgriffe begangen. Er sei nicht anmaßend genug zu glauben, daß die Verfahren des elementaren Physikunterrichts, die sich langsam während eines halben Jahrhunderts durch sorgfältige Auswahl des Guten und Ausscheidung des Schlechten durch Tausende fähiger Lehrer entwickelt haben, ein Traumgebilde erzeugt hätten. Der Physikunterricht sei niemals so gut wie heute erteilt worden. Schüler hätten ihm erzählt, daß die Physik der beliebteste und anregendste Gegenstand auf der Schule sei, die gleichen Erfahrungen habe er auch als Examinator an der Universität Chicago gemacht. Er höre mit Erstaunen, daß das herrschende Lehrverfahren vollständig unzulänglich sei, und

daß an den öffentlichen Schulen die Teilnahme an der Physik sinke. Solch ein Gerede beruhe auf der Unbekanntheit mit den herrschenden Verfahren und dem wahren Sachverhalt. Er habe keinerlei umwälzende Maßnahmen vorzuschlagen und wolle nur die Hauptrichtungen hervorheben, in denen sich heute der Physikunterricht entwickle. Das erste erfreuliche Bestreben sei, den Unterricht nicht mehr auf die Vorbereitung für das College zuzuschneiden, sondern den Bedürfnissen aller Schüler ohne Rücksicht auf einen späteren Collegebesuch anzupassen, soweit dies in der kurzen Zeit möglich sei. Die Tyrannei der Universität über die High School gehe zu Ende, und damit verschwinde ein Schreckgespenst, das seither den wahren Fortschritt gehemmt habe. Der Unterricht sei praktischer geworden, er wende sich ab von den dynamischen Abstraktionen und dem Drill auf das Lösen mathematischer Rätsel. Man sei jetzt weise genug, sich zunächst eine Vorstellung von einem fertigen Haus zu verschaffen und dann erst die Ziegelsteine zu untersuchen, aus denen es gebaut sei. Das zweite, sehr erfreuliche Bestreben sei, die Behandlung immer mehr der Entwicklungsstufe des jungen Schülers anzupassen. Der Unterricht sei nicht mehr zu analytisch, mathematisch, philosophisch, logisch, streng, mit einem Wort nicht mehr zu alt für die Kinder. Die Schüler befänden sich noch in einem beobachtenden, aber noch nicht in dem philosophierenden Alter. Die Fähigkeiten des abstrakten Denkens entwickelten sich erst mit der Reife. Die Tatsachen müßten vor der Philosophie kommen und deren Grundlage bilden. Es sei gerechtfertigt, wenn bei diesem Verfahren nicht alle Definitionen streng gefaßt und nicht alle Schlüsse scharf gezogen würden. Masse und Kraft z. B. seien für den Schüler so einfach und klar wie Sonnenschein, diese Begriffe bedürften noch keiner strengen philosophischen Definition, ebenso wenig wie Zeit und Raum. Es genüge zu zeigen, wie Massen mit der Wage und Kräfte mit der Federwage gemessen würden. Es sei verfehlt, auf dieser Stufe schon die Masse durch die Trägheit und die Kraft durch das zweite Newtonsche Gesetz zu fassen, ebenso wenig wie man einen Säugling mit Beefsteak füttern dürfe. Es schade ihm, nicht weil es an sich schlecht ist, sondern weil die Verdauungskräfte diese Kost noch nicht bewältigen können. Ebenso stehe es mit dem Lichtstrahl; der Schüler solle damit arbeiten, die strenge Definition aber sei auf später zu verschieben. Erst am Ende des Kursus könne man Physik definieren. So stehe es mit den meisten Definitionen, die sich gewöhnlich auf den ersten Seiten der Lehrbücher finden. Der Schüler sei noch nicht reif dafür. Der Unterricht sei nicht zu bewerten nach der Zahl der mechanisch gelösten Aufgaben, nicht nach der Zahl der auswendig gelernten Definitionen und nicht nach der Zahl der Stunden, die auf das Einpauken unverständener mathematischer Ableitungen verwendet worden seien. Das dritte Bestreben habe den sklavischen Gebrauch der Lehrbücher vernichtet. Sie dienten jetzt als Nachschlagebücher und als Übersichten und nicht mehr als Quellen, aus denen die Schüler die ersten Eindrücke von den Erscheinungen schöpften. Ein Lehrbuch sei für einen erfolgreichen und ökonomischen Unterricht erforderlich, man müsse es aber richtig benutzen. Es solle keinen Ersatz für den Lehrer, aber auch kein verlängertes Fragezeichen sein; das müsse der Lehrer sein. Der Zweck des Buches sei, dem Schüler die Tatsachen und Lehren der Physik in der einfachsten und übersichtlichsten Weise darzubieten; es solle die Ergebnisse des Unterrichts festlegen und ergänzen. Das vierte Bestreben sei, die Schülerübungen enger mit dem Klassenunterricht zu verbinden. Die Übungen gingen jetzt in den meisten Fällen dem Klassenunterricht voraus, bei einigen Gegenständen müsse freilich dieser den Vortritt haben. MILLICAN tritt kräftig für das Arbeiten in gleicher Front ein. Man solle eine Doppelstunde auf Schülerübungen und drei Stunden auf den Klassenunterricht verwenden, d. h. auf Demonstrationsexperimente, Erörterungen der Versuche, Wiederholungen, Übersichten und Aufgaben; doch sollten die Aufgaben nicht an das Ende der Lehrabschnitte gestellt, sondern mit dem Unterricht verwoben werden. Das fünfte Bestreben sei, die Mathematik aus dem physikalischen Unterricht auszuschalten. Die Aufgaben sollten keine mathematischen Rätsel sein und keine mathematischen Fertigkeiten entwickeln. MILLICAN wendet sich gegen die mathematische Behandlung von auf- oder abwärts geworfenen Körpern, Stoßgesetzen, Kreisbewegung, Schwingungsbewegung, Wucht (allgemein), Gasgesetz, Be-

ziehung zwischen linearem und kubischem Ausdehnungskoeffizienten, Steighöhe in Kapillaren gegen die Ableitung der Formel für die Tangentenbussole, der Formeln für gekrümmte Spiegel und Linsen, gegen die trigonometrische Fassung des Brechungsgesetzes und gegen das Lernen und den Gebrauch nicht abgeleiteter Formeln. Das sechste Bestreben bekämpfe den Gebrauch physikalischer Fiktionen, wie Lichtstrahl, Oberflächenspannung usw., die zwar Zeit sparen, aber irreführen. In letzterem Punkt ist man in Deutschland mit Recht anderer Ansicht. Bei der Beurteilung aller dieser Bestrebungen muß der deutsche Lehrer aber stets beachten, daß der Physikunterricht der High School etwa unserer Unterstufe entspricht.

Über die Umfragen der Central Association of Science and Mathematics Teachers und die eingegangenen Antworten wird im nächsten Heft ein eingehender Bericht folgen.

H. Hahn.

5. Technik und mechanische Praxis.

Fortschritte in der Radiotelegraphie. 1. Das System Telefunken. Als sich nach langem Streite die beiden Gegner friedlich einigten und sich zu gemeinsamer Arbeit zusammenschlossen, entstand neben einer neuen eigenen Gesellschaft für Herstellung der nötigen Apparate ein neues einheitliches deutsches radiotelegraphisches System aus den beiden bisherigen, SLABY-ARCO und BRAUN-SIEMENS, das System TELEFUNKEN, in welchem alle Vorrichtungen des einen früheren Systems durch solche des anderen ersetzt waren, wo diese sich als besser erwiesen; man blieb aber natürlich hierbei nicht stehen, da noch wichtige Probleme der Lösung harften, sondern arbeitete eifrig weiter. Bei der ferneren Ausbildung des neuen Kompromißsystemes zeigte sich, merkwürdig spät, daß man auch die einfachen Sender, mit direkt gespeister einfacher Funkenstrecke, wie der u. a. auch auf der Station Borkum verwendete alte MARCONISender, auch wenn man sie durch Anbringung eines sog. „Gegengewichtes“, d. h. eines dem Luftdraht an Kapazität gleichen, z. B. drahtnetz-förmigen, wagerecht isoliert angeordneten Leiters an Stelle der Erdung dem HERTZschen Oszillator noch ähnlicher macht, sich zur Ausstrahlung sehr beträchtlicher Energiemengen befähigen lassen, wenn man nämlich die speisenden Induktoren so einrichtet, daß ihre sekundäre Eigenschwingung, bei Belastung mit der Kapazität des Luftdrahtes, in Resonanz ist mit der des Primärkreises, der dann also die Stelle eines BRAUNschen Schwingungskreises (ds. Zeitschr. XV S. 352, Fig. 3) vertritt; solche „Resonanzinduktoren“ haben den Vorteil, daß sie die Energie mit sehr hohem Wirkungsgrad übertragen, eine stark erhöhte Sekundärspannung ergeben, trotzdem aber die Bildung eines die Schwingungen aufhebenden Lichtbogens verhindern. Die bei Anwendung solcher Resonanzinduktoren auftretenden Entladungsfunken von Längen bis zu 30 cm vermehren aber andererseits die Verluste durch Dämpfung, doch fand man ein Mittel hiergegen in der „unterteilten Funkenstrecke“ von RENDAHN, welche aus mehreren kleinen in Reihe geschalteten Funkenstrecken besteht, deren jeder ein kleiner Kondensator von $\sim 0,0001$ Mf als Spannungsteiler parallel geschaltet ist. Bei Anwendung der genannten beiden Hilfsmittel vermag der einfache Sender mit 32 m langem Luftdraht bei 90 Watt primärem Energieaufwand 250 km gut zu überbrücken; sie erweisen sich aber auch beim gekoppelten Sender mit BRAUNschem Schwingungskreis als sehr nützlich. Richtet man nämlich einen solchen so ein, daß man die Koppelung, d. h. die induktive Verbindung zwischen den als primäre und sekundäre Wickelung des „Schwingungstransformators“ einander zugeordneten Teilen bezw. des Schwingungskreises und des Luftleiterkreises, innerhalb bestimmter Grenzen beliebig verändern, ferner durch Veränderung der Selbstinduktionen die Eigenschwingung des Luftdrahtes wie des Schwingungskreises und damit übereinstimmend mittelst eines passend angehängten veränderbaren Kondensators die sekundäre Eigenschwingung des Induktors einstellen kann, so vermag derselbe Sender um mehrere 100 % der Wellenlänge verschiedene Wellen auszustrahlen. Um nun seine in dieser Hinsicht ohnedies so günstigen Sender einer noch größeren Energieaufnahme fähig zu machen, verwendete dann BRAUN sog. „Energieschaltungen“, deren

Hauptkennzeichen das Vorhandensein mehrerer miteinander verbundener gleicher Erreger bezw. mehrerer gleicher Schwingungskreise ist, und die man deshalb auch als „Vielfacherreger“ bezeichnen kann, wofür in Fig. 1 ein Beispiel gegeben ist, bei welchem die für induktive Koppelung eingerichteten Schwingungskreise einander parallel, die Sekundärwickelungen der Schwingungstransformatoren dagegen hintereinander geschaltet sind; bemerkenswert ist, daß die Eigenschwingung einer Reihe solcher gleicher Erreger dieselbe ist, wie die eines einzelnen Erregers. Sehr wichtig ist der Luftleiter, der früher als „Einfach-“,

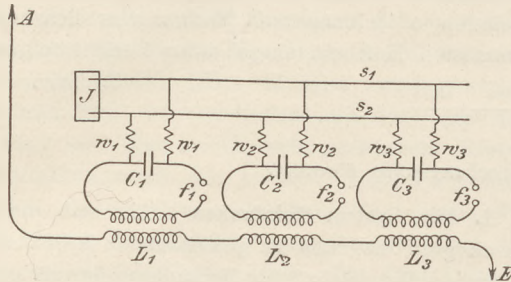


Fig. 1.

J Induktorium. — $s_1 s_2$ Hauptzuleitungen. — $w_1 w_2 w_3$ Induktionsfreie Widerstände. — $C_1 C_2 C_3$ Kapazitäten, $f_1 f_2 f_3$ Funkenstrecken, und $L_1 L_2 L_3$ Schwingungstransformatoren der drei Schwingungskreise. — A Antenne. — E Erdleitung.

„Zylinder-“ und „Käfigantenne“ ausgeführt wurde; behufs Verbesserung der Wirkung durch Vergrößerung der Kapazität ging man dann zur „Harfenantenne“, aus nach oben in einer Ebene divergierenden Drähten gebildet, zur „Dachantenne“, endlich zur „Trichterantenne“ über, deren Einrichtung durch die Namen genügend gekennzeichnet ist, doch sind alle diese Anordnungen nach J. A. FLEMING sehr unökonomisch, da z. B. bei 25 einander im gleichen Abstände von 3% ihrer Länge parallelen Drähten die Gesamtkapazität nur ungefähr das Fünffache der eines Einzeldrahtes beträgt. Man verwendet

daher jetzt nur noch Luftleiter, welche auf dem größten Teile ihrer Länge von gleichmäßiger Beschaffenheit sind und nur an dem oberen Ende eine Fläche von sehr großer Kapazität tragen, während man andererseits es vorzieht, anstatt eines Erdschlusses eine „Gegenkapazität“ oder ein Gegenwicht — s. o. — zu verwenden; solche Luftleiter sind die „T-Antenne“, die, bequem zwischen den Masten anbringbar, die beste Luftleiterform für Schiffe bildet, und die „Schirmantenne“, welche sowohl nur 15 m hoch und zusammenlegbar für bewegliche Landstationen von 50 km Reichweite, als auch in riesigen Abmessungen für Reichweiten von 2÷3000 km ausgeführt wird. Derartige „Riesenstationen“ richtete zuerst MARCONI ein, die erste 1901 zu Poldhu in Cornwallis, weitere bald darauf zu Glace Bay in Neu-Schottland und Kap Codd auf New-Foundland; bei diesen dienen als Stromquellen Wechselstrommaschinen für 75÷100 P. S., und es findet eine zweimalige Umformung mittelst zweier Schwingungskreise mit Resonanzinduktorien statt. Die Trichterantenne hat 60×60 m Grundfläche, ist zwischen 4 festen 66 m hohen Holztürmen aufgehängt und erzeugt, mit 50 000 bis 100 000 Volt erregt Schwingungen von ~ 300 bis 400 m Wellenlänge. Anfang 1906 entschloß sich die TELEFUNKEN-Ges., nachdem sie bereits seit einigen Jahren mit einer den eben genannten ähnlich eingerichteten Station von 15 K. W. Maximalenergieverbrauch zu Ober-Schöneweide Versuche angestellt hatte, zum Bau einer jenen ebenbürtigen Anlage bei Nauen, einem entfernten Vorort von Berlin, welche das vollkommenste zurzeit Erreichbare darstellen sollte. Der Luftleiter ist hier eine Schirmantenne, getragen von einem dreieckigen eisernen Turm von 4 m Seitenlänge und 100 m Höhe, der auf einer gut fundamentierten Gußstahlkugel ruht und von drei in 75 m Höhe angreifenden und in 200 m Entfernung vom Turmfuß in Backsteinklötzen verankerten, aus starkem Rundeisen hergestellten Gelenkverspannungen gehalten wird, der Schirm besteht aus 6 je paarweise über Rollen an der Turmspitze verbundenen Segmenten, deren jedes aus 9 sich nach je $\frac{1}{4}$ ihrer Länge in zwei vergabelnden und bis zum Schirmrande auf diese Weise bis zu 162 sich vermehrenden Bronzelitzen besteht, und die durch Hanfschnüre über mehrere in Reihe geschaltete Isolatoren gehalten werden, und wird durch 54 zu 6 Harfen vereinigte, im Turme nicht isoliert befestigte Drähte mit dem eigentlichen Erreger verbunden. Der Schirm beschattet eine Fläche von 60 000 m², darunter befindet sich ein aus 54 km 0,25 m tief eingepflügten Eisendrahtes bestehendes Gegengewicht von 126 000 m² Flächenraum. Nahe dem Fuße des Turmes steht

das zweigeschossige Stationshaus von $\sim 100 \text{ m}^2$ Grundfläche, welches im Erdgeschoß Maschinenraum, Telegraphier- und Wohnraum, im darüberliegenden Stockwerk ausschließlich die Hochspannungsapparate enthält; Fig. 2 zeigt die Anordnung der ganzen Station, Fig. 3 das Schaltungsschema des Senders unter Fortlassung der Nebenapparate, wie Sicherungen u. dergl.

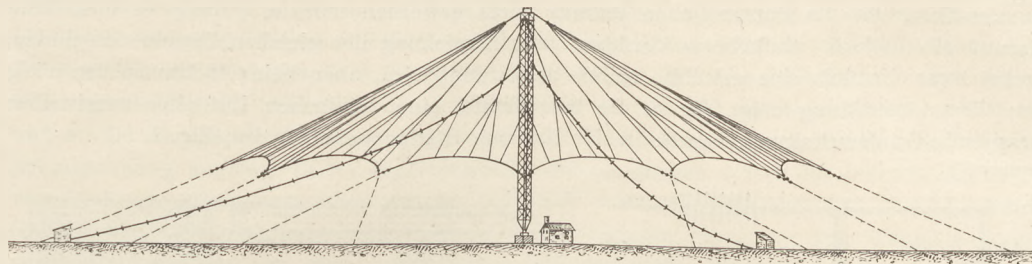


Fig. 2.

Die Anlage besteht aus einer Lokomobile von 35 P.S., einer Wechselstrommaschine M von 24 Kilo-Voltamperes bei 50 Perioden i. d. Sek. mit angebauter Erregermaschine, 4 Resonanzinduktoren J , 2 primären und 4 sekundären Drosselspulen $D_p D_s$, 3 hintereinander geschalteten Gruppen von je 120 Leydener Flaschen L von $\sim 1,5 \text{ m}$ Höhe, die alle zusammen eine Kapazität von 400 000 cm ergeben, einer Funkenstrecke F von 30 mm zwischen ringförmigen Elektroden, und einer aus versilbertem Kupferrohr hergestellten Selbstinduktionsspule S nebst Vorrichtungen zur Veränderung des Koppelungsgrades und Hilfs- wie Sicherheitsapparaten; der Luftleiter hat eine Kapazität von $\sim 20 000 \text{ cm}$, der Koppelungsgrad beträgt 0,04, die Maximalstromstärke im Erregerkreis beim Funkeneinsatz $\sim 400 000$ Ampere. Die Zeichengabe geschieht hier durch Kurzschließen der Induktoren, wie in der Figur angedeutet, das die große, eine Unterbrechung nicht gestattende, Stromstärke der Maschine nur wenig ändert; die von dieser bisher größten deutschen Station ausgesandten Wellen gestatten eine absolut sichere Zeichenaufnahme mittels Morseschreibers in St. Petersburg, d. i. auf **1350 km über Land**, die absolute Reichweite beträgt 2500 km. Bald nach Fertigstellung der Station Nauen begab sich aber etwas für die gesamte Radiotelegraphie sehr Wichtiges; anschließend nämlich an SIMON & REICH'S

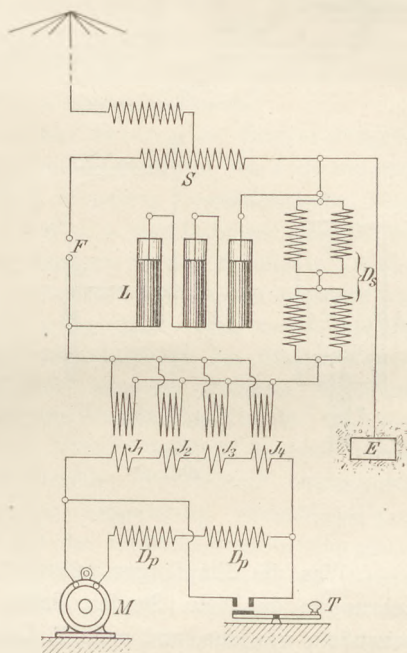


Fig. 3.

Vorschläge betr. die Verwendung des Quecksilberlichtbogens im Vakuum als Funkenstrecke, die Versuche von DUDDALL und von RUHMER über die im Lichtbogen bei Parallelschaltung einer Selbstinduktion und Kapazität enthaltenden Leitung entstehenden Schwingungen, gelang W. POULSEN die „Erzeugung ungedämpfter Schwingungen mittels des Lichtbogens im Wasserstoff“, worüber bereits früher berichtet ist (ds. Zeitschr. XIX 380–381; 1906). Dem a. a. O. Gesagten ist hier noch nachzutragen, daß POULSEN den wertvollen Einfluß einer H-Atmosphäre auf den DUDDALLSchen „singenden Bogen“ bereits 1903 entdeckte, und diesen anfänglich einfach in eine Spiritusflamme übergehen ließ; seine definitive Senderanordnung mit Blasmagnet zeigt Fig. 4, in welche man sich Luftleiter und Gegengewicht an die links gezeichnete — mit dem Kondensator in Reihe geschaltete — Spule angeschlossen zu denken hat, die dabei benutzte Elektrodenanordnung zeigt Fig. 5, in welcher der dieselbe umschließende Kasten fortgelassen ist. POULSEN hat mittels seiner mannigfach im einzelnen variierten Anordnungen bei 700 Watt aufgewandter und ~ 100 Watt Strahlungsenergie, im Fernhörer deutlich wahr-

nehmbare Signale auf 300 km von Lyngby bei Kopenhagen nach Esbjerg in Jütland zu senden vermocht, und dabei eine „Abstimmungsschärfe von nur 1%“ erreicht, d. h. gleichzeitige um nur 1% in der Wellenlänge sich unterscheidende Wellenzüge zweier verschiedener Stationen konnten von einer dritten getrennt aufgenommen werden. Der TELEFUNKEN-GES., die die POULSENSCHEN Patente nicht erwerben mochte, gelang es nun, bald darauf ein anderes einfacheres Verfahren zur Erreichung des gleichen Zweckes zu finden, wobei zwar ebenfalls eine gekühlte Anode angewandt wird, aber keine H-Atmosphäre nötig ist; diese Anordnung zeigt Fig. 6, die betreffende, einen einfachen Luftleiter unmittelbar erregende Senderschaltung, welche in der Nauener Station benutzt wird, Fig. 7.

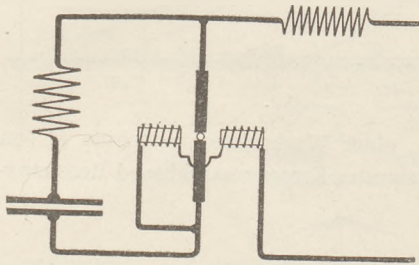


Fig. 4.

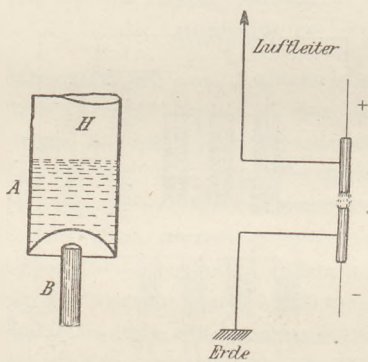


Fig. 6.

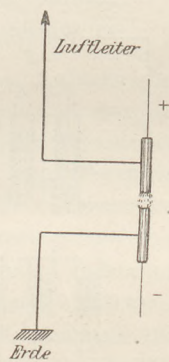


Fig. 7.

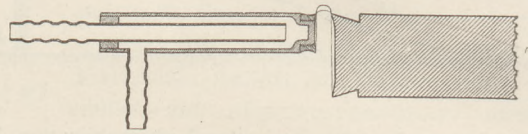


Fig. 5.

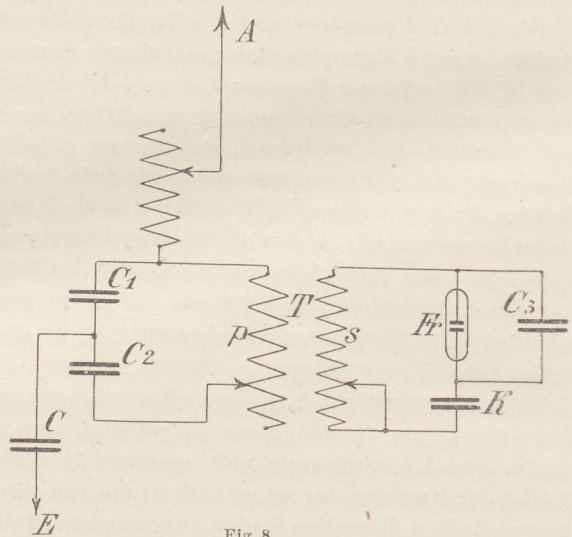


Fig. 8.

Was die Empfänger anbetrifft, so sind diese ja allgemein nichts anderes, als Umkehrungen der betr. Sender, daher nach den gleichen, theoretischen Gesichtspunkten zu behandeln wie jene, und nach P. DRUDE (ds. Zeitschr. XX 56; 1907) am zweckmäßigsten mit dem Sender völlig identisch einzurichten; es kommt vor allen Dingen auf Resonanz an, weswegen genaue Abstimmung nötig ist, doch kann man die Selbstinduktion etwas höher wählen. Der Empfänger muß einen „Wellenanzeiger“ oder ein „Kymoskop“ enthalten, das auslösend auf irgend eine, Zeichen merkbar deutlich gebende, Vorrichtung wirkt, und als solches dient in erster Linie immer noch der Fritter, der mittelst eines Relais einen Schreibapparat betätigt und bisher für schriftliche Aufzeichnung radiotelegraphischer Depeschen der einzig brauchbare Apparat geblieben ist; damit er aber sicher „anspricht“, muß man die an seinen Enden auftretenden Spannungen möglichst zu erhöhen suchen, und dies bewirkt MARCONI durch den sog. „Jigger“, einen kleinen, gewissermaßen dem Schwingungstransformator der induktiven Koppelung entsprechenden kleinen Transformator besonders angeordneter Bewickelung, doch läßt sich die Spannungserhöhung auf Grund der Theorie noch in mannigfach anderer Weise bewirken. Das Schema der „Schaltung für scharfe Abstimmung“ des Systems Telefunken zeigt nebenstehende Fig. 8, worin A der Luftdraht, C_1 C_2 feste, C ein behufs Einstellung auf Resonanz veränderlicher, C_3 ein ebenfalls veränderlicher Kondensator, dessen Kapazität das Drei- bis Fünffache des Fritters beträgt,

K der gegenüber dem Fritter unendlich große Kapazität besitzende Empfangskondensator, F_r der Fritter und T der Transformator ist. Da nun der Fritter auf schwache Wellen wegen der bei diesen zu kleinen Spannungsamplitude nicht anspricht, hat man sich nach anderen Wellenanzeigern umgesehen, denen aber allen gemeinsam ist, daß sie die Zeichen nur durch oftmals schwache Töne in einem Fernhörer (Telephon) wiedergeben, da die durch sie erzeugten Stromänderungen zur Relaisbetätigung nicht ausreichen; als ein solches Kymoskop ist hier zu nennen „SCHLÖMILCHS elektrolytischer Wellenanzeiger“, eine kleine Polarisationszelle mit Drahtelektroden, deren eine so fein als irgend möglich gemacht ist, und an die eine gerade der Polarisationsspannung das Gleichgewicht haltende äußere Gleichstromspannung angelegt ist, so daß elektrische Schwingungen sofort das lebhafte Auftreten von Gasblasen veranlassen, wodurch der bis dahin schwache, von der Zelle durchgelassene Gleichstrom wesentlich verstärkt und ein eingeschalteter Fernhörer zum Tönen gebracht wird. Da man nun aus leicht ersichtlichen Gründen nicht getrennte Luftleiter für Sender und Empfänger errichten wird, jedwede direkte Einwirkung kräftiger Wellen auf die Empfangsapparate aber vermieden werden muß, so trifft man die Einrichtung, daß die Empfangs- oder Senderapparate nach Bedarf an einen Luftleiter angeschlossen werden können; bei größeren Anlagen, wo sich die Verwendung von Maschinen lohnt, werden zur Speisung der Induktorien im System TELEFUNKEN kleine Gleichstrom-Wechselstromumformer verwendet und diese mit dem Hauptschalter so verbunden, daß sie beim Umschalten auf Empfang stehen bleiben, beim Rückschalten auf Geben von selbst zu laufen beginnen.

Was die mittelst der Radiotelegraphie überhaupt bisher erreichten Entfernungen anbetrifft, so gelangte man mit der Station Oberschöneweide bei Berlin bei Aufwand von 4 K.W. bis zu 450 km — bis Karlskrona in Schweden, MARCONIS transatlantische Telegraphie ist immer noch nicht so ganz sicher, aber es hat u. a. der Dampfer „Campania“ bereits auf 3760 km von der englischen Küste mit der dortigen Station Poldhu in Verbindung treten und bei 2960 km Entfernung von dieser Nachrichten sowohl von England wie von Amerika erhalten können; DE FOREST, ein ebenfalls erfolgreicher Amerikaner, hat die Strecke Manhattan—Bantry-Rock (Irland), 4800 km, überbrückt, und von der Station Nauen hat der nur mit einer ihr gegenüber sehr kleinen Station versehene Dampfer „Bremen“ am 3. Oktober 1906 Nachrichten auf 2500 km erhalten, als er sich noch in der Bay von Biskaya befand. Es können natürlich Apparate der verschiedensten Systeme ohne Schwierigkeit miteinander verkehren, sobald sie auf dieselbe Wellenlänge abgestimmt sind, und wenn man den Empfänger mit geeigneter Einrichtung versieht, kann man ihn im Bedarfsfalle leicht richtig einstellen; damit hat die Radiotelegraphie eine ganz hervorragende Bedeutung für die Schifffahrt erlangt, und es ist kennzeichnend für die bereits erreichte Vollkommenheit, daß seit November 1905 auf transatlantischen Dampfern, wie der „Amerika“ (Hamburg), ein „Atlantisches Tageblatt“ als tägliche, im wesentlichen auf Radiotelegrammen beruhende Zeitung die Fahrgäste auch auf dem freien Ozean mit den Weltgeschehnissen bekannt macht. Von hohem Werte haben sich auch, namentlich im Hererokriege, die „fahrbaren Stationen“ erwiesen, welche bis 300 km Reichweite haben; eine sehr interessante Anwendung, bei der es sich zwar immer nur um kleine Entfernungen, aber trotzdem Überwindung nicht unbeträchtlicher Schwierigkeiten handelt, ist die „Telegraphie nach fahrenden Eisenbahnzügen“, ein Problem, das nach eingehenden Versuchen 1903÷1906 als grundsätzlich gelöst angesehen werden kann; der Luftleiter ist hier einerseits ein wagerecht am Telegraphengestänge befestigter, andererseits ein auf dem Dache des die Apparate enthaltenden Wagens angebrachter Draht. (Näheres siehe Elektrotechn. Zeit. 27, 906, 1906.)

2. Die gerichtete Radiotelegraphie hat zum Ziel, die Wellen nur in der Richtung nach der zu betätigenden Empfangsstation, oder wenigstens vorwiegend in dieser Richtung zu senden. Elektrische Wellen sind zwar, wie HERTZ gezeigt hat, spiegelbar, aber was für enorme Spiegel müßte man für die bei der Radiotelegraphie verwendeten langen Wellen haben! — Sehr interessante, nicht erfolglose Versuche in dieser Richtung hat BRAUN angestellt (*Elektrotechn. Rund-*

schau 23, 30+32, 1905)*); seine Anordnung war folgende: Es sind in den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks 3 identische Luftleiter 1, 2, 3 aufgestellt, die mit gleichen Wellenlängen schwingen, nur beginnen 1 und 2 gleichzeitig, 3 dagegen etwas später, die Schwingungen in 3 sind also in der Phase gegen die in 1, 2 verschoben, was mit Hilfe einer von BRAUN früher angegebenen, hier nicht näher zu erörternden Schaltung durch Erregung zweier identischer, miteinander in bestimmter Weise gekoppelter Schwingungskreise geschieht. Liegt die Empfangsstation von 3 aus in der Richtung über die Mitte des Dreiecks zwischen 2 und 1 hinaus, und beträgt die Phasendifferenz unter Berücksichtigung des durch das Fortschreiten von 3 nach der Linie 12 bedingten Zeitunterschiedes π , so heben bei gleicher Intensität die Wellen einander auf, die Empfangsstation bekommt keine Signale. Die in Frage kommende Zeitdifferenz betrug bei den Versuchen bei 30 m Dreiecksseitenlänge $\frac{1}{10\,000\,000}$ Sek.; läßt man die Schwingungen in 3 entsprechend früher beginnen, so kann man leicht erreichen, daß die Wellenzüge einander unterstützen. Messungen zeigten übereinstimmend mit der Theorie, daß die Wirkung allmählich von der angegebenen Richtung nach beiden Seiten abnimmt, also erhebliche Streuung vorhanden ist; durch Vertauschen der Luftleiter bezügl. der Schwingungskreise, kann man die Richtung der maximalen Wirkung in drei verschiedene Lagen bringen. Im Gegensatz zu der hierbei verwendeten, wegen der Erzeugung der notwendigen geringen aber genau bestimmten Phasenverschiebung recht verwickelten Anordnung, hat MARCONI neuerdings, 1906, (E. T. Z. 27, 752) nicht uninteressante Versuche zur Erzielung gerichteter Radiotelegraphie einfach in der Weise gemacht, daß er

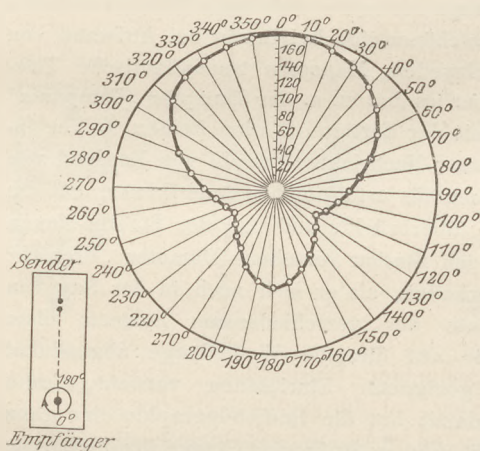


Fig. 9.

durch einen Motor oder ein Uhrwerk fortdauernd durch die in Felde permanenter Magnete angebrachte Spule hindurchgezogen wird, konnte auf 240 km gut empfangen werden, wenn die Senderdrähte genau in der durch Sender und Empfänger gelegten Ebene sich befanden, während eine Drehung um nur 15° aus dieser Ebene heraus die Verständigung vollkommen aufhob. Auch mit einem unmittelbar auf den Erdboden gelegten Draht von 230 m Länge gelangen derartige Versuche auf 500 km; das größte der beiden Maxima der Wirkung entspricht immer der Stellung der Antennen, daß diese bezügl. des Erdungs- oder Erregungspunktes von der korrespondierenden Station abgewendet sind, die Versuche gelingen nur mit großen Wellenlängen, und wenn der Abstand der Luftleiter oder Antennen vom Erdboden klein ist gegenüber ihrer Länge. Diese sehr bemerkenswerten Versuche zeigen deutlich, daß augenscheinlich die Erde in der Radiotelegraphie eine sehr wesentliche Rolle spielt.

W. Biegon von Czudnochowski.

*) Diese Bandzahl kommt zweimal vor: 1. für Oktober bis Dezember 1905, 6 Hefte, ohne Inhaltsverzeichnis und Titelblatt, 2. für Januar bis Dezember 1906, 52 Hefte; die fragl. Arbeit befindet sich in dem leicht übersehbaren Torso von 1905.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Die Fortschritte der Physik im Jahre 1905. Dargestellt von der deutschen physikalischen Gesellschaft. 61. Jahrgang. I. Abteilung: Allgemeine Physik, Akustik, physikalische Chemie, redig. von K. Scheel, XXXIX und 670 S. M 28,—. II. Abteilung: Elektrizität und Magnetismus, Optik des gesamten Spektrums, Wärme, redig. von K. Scheel, XL und 714 S. M 30,—. III. Abteilung: Kosmische Physik, redig. von R. Assmann, LII und 658 S. M 30,—. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn, 1906.

In diesem neuesten Jahrgang des verdienstvollen Unternehmens fällt vor allem die enorme Ausdehnung der physikalischen Chemie ins Auge. Sie nimmt von den 670 Seiten der ersten Abteilung nicht weniger als 460 in Anspruch. Die ausgedehnten und sehr sorgfältigen Auszüge über Elektrochemie und Thermochemie rühren von einem und demselben langjährigen Mitarbeiter her. Recht stiefmütterlich ist dagegen der Abschnitt „Geschichte“ behandelt, der sich auch bei so wichtigen Abhandlungen wie die von Wohlwill über die Galileischen Fallversuche mit der Titelangabe begnügt. Zur Ergänzung sind die Referate in den „Mitteilungen zur Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften“ zu vergleichen.

P.

Die Anwendung der Interferenzen in der Spektroskopie und Metrologie. Von Dr. E. Gehrcke. Mit 73 Abbildungen. 159 S. (Die Wissenschaft, Heft 17.) Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn, 1906. M 5,50, geb. M 6,20.

Die Schrift behandelt ein Gebiet, auf dem vorzugsweise auch die wissenschaftlichen Arbeiten des Verfassers sich bewegen. Es gewährt großen Genuß, sich von ihm auf einem fast elementar zu nennenden Wege in die Geheimnisse der neuesten Forschungen auf diesem Gebiet einführen zu lassen. Nach einer kurzen Einleitung über eine Reihe optischer Grundvorstellungen wird die Erzeugung und Theorie einiger ausgewählter Interferenzerscheinungen behandelt. Dann folgen als Hauptstücke ein Kapitel über Spektralapparate und eines mit einer Auswahl von Resultaten der spektroskopischen Forschung über den Mechanismus des Leuchtens. Den Beschluß bilden Anwendungen der Interferenzen zu physikalischen Messungen und in der Metrologie. Hier werden u. a. die Verwendung der Lichtwellenlängen als Längeneinheiten und die merkwürdigen Interferenzen planparalleler Platten im kontinuierlichen Spektrum behandelt.

P.

Quellenbuch zur Geschichte der Naturwissenschaften. Von Dr. Friedrich Dannemann. (Deutsche Schulausgaben, herausgegeben von Dr. J. Ziehen. Nr. 39.) Verlag von L. Ehlermann. 158 S. M 1,20.

Der Verfasser hat die Auswahl nach denselben Gesichtspunkten getroffen wie in seinem größeren Werk, dem Grundriß einer Geschichte der Naturwissenschaften. Das Büchlein bietet 30 Abschnitte aus Schriften hervorragender naturwissenschaftlicher Forscher und Schriftsteller, von denen Kopernikus, Kepler, Guericke, Euler, Kant, Chladni, Goethe, Scheele, Bessel, R. Mayer, Helmholtz, Werner Siemens genannt seien. Durch kurze Erläuterungen und Anmerkungen wird das Verständnis des Dargebotenen gefördert. Namentlich in den Händen unserer Schüler wird das Buch von Nutzen sein können, indem es zur Einsicht in die Entstehung unseres Wissens von der Natur verhilft und so zu einer im besten Sinn humanistischen Gestaltung des naturwissenschaftlichen Unterrichts beiträgt.

P.

Das elektrische Bogenlicht. Seine Entwicklung und seine physikalischen Grundlagen. Von W. Biegen von Czudnochowski. Mit 397 Abbildungen im Text und auf 29 Tafeln und mit 134 Tabellen. Leipzig, S. Hirzel, 1906. X und 698 S. M 27,—; in L. geb. M 29,—.

Das Werk, dessen erste Lieferung in d. Zeitschr. XVII 372 angezeigt wurde, liegt nunmehr in sieben Lieferungen vollständig vor. Der unsern Lesern als Mitarbeiter und Berichterstatter längst bekannte Verfasser hat die wissenschaftlichen Grundlagen des Bogenlichtes in gründlicher und nach allen Richtungen hin erschöpfender Weise behandelt. Nicht minder eingehend ist die technische Seite des Gegenstandes dargestellt, indem zwar kein Verzeichnis aller möglichen Lampenkonstruktionen gegeben, wohl aber eine größere Anzahl von typischen Konstruktionen zusammengestellt ist, an denen gezeigt wird, wie die beim Bau der Lampen sich ergebenden Einzelaufgaben durch Benutzung verschiedener physikalischer Erscheinungen sich lösen lassen. Auch als ein Beitrag zur Geschichte der Physik wie der Technik wird das Werk von dauerndem Wert bleiben. Besondere Anerkennung verdienen die zahlreichen, meist neu gezeichneten Figuren, die stets das Wesentliche in schematischer Form deutlich hervortreten lassen. Der reichhaltige Stoff ist in zwei Teile gegliedert, von denen der erste (S. 1—590) die Entwicklung des Bogenlichtes bis zur Gegenwart, nebst den wichtigsten technischen und wissenschaftlichen Anwendungen, der zweite (S. 590—687) die Theorie und Praxis des Bogenlichtes in der Gegenwart behandelt. Das Werk sei der Beachtung auch der Physiklehrer empfohlen.

P.

Stereoskopbilder vom Sternhimmel. 1. Serie. Von Prof. Max Wolf in Heidelberg. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1906. M 5,—.

Dieser höchst eigenartigen Gabe ist für die Belebung des astronomischen Unterrichts eine nicht geringe Bedeutung beizumessen. Sie umfaßt auf zwölf für das Stereoskop bestimmten Tafeln: einen veränderlichen Stern in zwei Stadien verschiedener Helligkeit, den Planeten Saturn mit zwei Monden (aufgenommen an zwei aufeinanderfolgenden Abenden), ein Planetoid in zwei unmittelbar hintereinander gemachten Aufnahmen, eine Sternschnuppe (gleichzeitig von verschiedenen Stellen aufgenommen), einen Kometen in drei Paar Aufnahmen, eine Tafel zur Eigenbewegung eines Fixsterns und Bilder des Andromeda- und Orionnebels, die letzten drei in Intervallen von zwei bis vier Jahren aufgenommen, endlich zwei Mondlandschaften. Man darf auf die in Aussicht gestellte Fortsetzung gespannt sein.

P.

Technische Arbeit einst und jetzt. Von Dr. ing. W. v. Oechelhäuser. Vortrag zur Feier des 50jährigen Bestehens des Vereines deutscher Ingenieure zu Berlin am 11. Juni 1906. 51 S. Berlin, Julius Springer, 1906. M 1,—.

Dieser im vorigen Jahr gehaltene Vortrag ist mehr als eine bloße Gelegenheitsrede. Er tritt der Überschätzung entgegen, die einerseits dem Anteil der Lohnarbeiter, andererseits dem Anteil der Fortschritte der Naturwissenschaft an den Leistungen der Technik entgegengebracht wird, und tritt bei aller Anerkennung der Wichtigkeit dieser Faktoren dafür ein, daß dem schaffenden Techniker eine hohe Eigenbedeutung zuzuerkennen ist.

P.

Oberstufe der Naturlehre. (Physik nebst Astronomie und mathematischer Geographie.) Nach A. Höflers Naturlehre für die oberen Klassen der österreichischen Mittelschulen, für höhere Lehranstalten des Deutschen Reiches bearbeitet von Dr. Friedrich Poske, Professor am Askanischen Gymnasium zu Berlin. Mit 442 zum Teil farbigen Abbildungen und drei Tafeln. XI und 337 S. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn, 1906. In Leinwand geb. M 4,—.

Wie für die Unterstufe (d. Zeitschr. XVIII 310), so wählt der Verfasser auch für diese Oberstufe, um die Leser der Zeitschrift darauf aufmerksam zu machen, den Weg der Selbstanzeige. Er hat angesichts des wachsenden Umfangs der meisten physikalischen Lehrbücher den Versuch gemacht, den Stoff auf einen geringeren Raum zusammenzudrängen, ohne doch wesentliches zu übergehen. Der Text konnte kurz gefaßt werden im Hinblick darauf, daß ja die Erläuterung durch den Unterricht beständig nebenher geht, im besondern sind auch die Beschreibungen von Versuchen knapp gehalten, da eine eigentliche Experimentiertechnik nicht in das Lehrbuch gehört. Dadurch ist andererseits Raum frei geworden für die technischen Anwendungen der Physik, von denen namentlich die moderneren in einem Schulbuch nicht fehlen dürfen. Der Stoff ist im ganzen systematisch geordnet, obwohl es an Hinweisen für die methodische Behandlung nicht fehlt. Beim Gebrauch des Buches ist aber zu beachten, daß es nicht den methodischen Gang des Unterrichts vorzeichnet, sondern nur die Resultate eines solchen Unterrichts übersichtlich zusammenstellt. Was im Buch als kurzer Satz voransteht, wird in den meisten Fällen erst nach Erledigung des angegebenen Versuchsmaterials in endgültiger Form ausgesprochen werden dürfen. Zahlreiche neue Figuren, die sich vorwiegend auf Versuchsanordnungen und auf technische Anwendungen beziehen, gereichen dem Buch zur Zierde. Ein Begleitwort des Verfassers wird von der Verlagshandlung auf Verlangen unentgeltlich übersandt.

Das Buch ist zunächst für Gymnasien bestimmt, doch ist der Stoff für diese mit Absicht etwas reichlich bemessen. Es hat sich daher auch als geeignet für Realgymnasien und Oberrealschulen erwiesen. Für diese Realanstalten ist auch eine Ausgabe der Unterstufe in Aussicht genommen, die den chemischen Kursus nicht enthält.

P.

Anfangsgründe der Physik mit Einschluß der mathematischen Geographie und Chemie. Von Koppe-Husmann (Ausgabe A). 31. Auflage, mit 462 Holzschnitten, einer mehrfarbigen Tafel der Spektren verschiedener Elemente und Himmelskörper sowie einer mehrfarbigen Sternkarte. Bearbeitet von Dr. Karl Knops, Oberlehrer am R.-G. zu Essen. Essen, G. D. Bädeker, 1906. 604 S. Geb. M 6,—.

Neben der gekürzten Ausgabe B (vgl. d. Zeitschr. XVI 247) ist auch diese größere Ausgabe in neuer Auflage erschienen. An Stelle des am 1. Dezember 1905 verstorbenen A. Husmann hat K. Knops die Herausgabe übernommen und im bisherigen Sinn weiter geführt. Der chemische Kursus (54 Seiten) ist wieder eingefügt, doch ans Ende des Buches gestellt worden. Im einzelnen ist vielfach bessernde Hand angelegt, namentlich im Abschnitt Galvanismus, wo in den Textänderungen sowohl als in den Figuren die Fortschritte der letzten Zeit berücksichtigt worden sind. Unter den umfangreicheren physikalischen Lehrbüchern wird das vorliegende auch fernerhin einen ehrenvollen Platz einnehmen.

P.

Physikalische Aufgaben für die oberen Klassen höherer Lehranstalten und für den Selbstunterricht. Von Dr. W. Müller-Erbach. Dritte, verbesserte und vermehrte Auflage. Berlin, Julius Springer, 1906. 179 S. M 2,40.

Die neue Auflage ist durch eine Reihe von Aufgaben in den verschiedenen Abschnitten vermehrt. Hinzugekommen ist ein Abschnitt mit 21 stöchiometrischen Aufgaben, die besonders dem chemischen Unterricht am Gymnasium dienen sollen. Der zweite Teil enthält die Auflösungen sämtlicher Aufgaben, den Schluß bildet eine Anzahl von Tabellen physikalischer Konstanten nebst den Definitionen und Dimensionen der Einheiten des absoluten Maßsystems. P.

Aus Natur und Geisteswelt. 40. Bändchen: Die Grundbegriffe der modernen Naturlehre von Prof. Dr. Felix Auerbach. 2. Auflage. Mit 79 Figuren im Text. 156 S. — 110. Bändchen: Das astronomische Weltbild im Wandel der Zeit. Von Prof. Dr. S. Oppenheim. Mit 24 Abbildungen. 164 S. Leipzig, B. G. Teubner, 1906. Je M 1,20.

Das Erscheinen einer zweiten Auflage des Bändchens von F. Auerbach beweist, daß für den behandelten Gegenstand ein lebhaftes Interesse vorhanden ist, und daß die Darstellung den Beifall weiterer Kreise gefunden hat. Ob nicht doch noch im Grundton des Schriftchens das Abstrakte etwas zu sehr überwiegt, diese Frage möchte Ref. nur andeuten, und als nicht stichhaltig erscheint die Ableitung der Wechselwirkung aus der Gleichheit der Fallbeschleunigung der Körper. Aber auch der kundige Leser wird das Buch nicht, ohne vielfache Anregung erhalten zu haben, aus der Hand legen.

Das Schriftchen von S. Oppenheim bietet auf engem Raum ein ungemein reiches und für den Unterricht überaus wertvolles Material. Aus sechs Vorträgen eines volkstümlichen Hochschulkurses hervorgegangen, stellt es besonders eingehend die Wandlung der geozentrischen in die heliozentrische Weltanschauung dar. Es schildert aber zu diesem Zweck auch die Leistungen der alten Kulturvölker und des Mittelalters, und gibt anderseits in einem Schlußkapitel auch eine gedrängte Übersicht über die Errungenschaften der Astronomie seit Newton. Eine Fülle von zuverlässigen rechnungsmäßigen Daten, die für den mathematischen und physikalischen Unterricht verwendbar sind, und eine nicht minder große Fülle lehrreicher historischer Angaben zeichnen das Buch aus und machen seine Lektüre zu einem Genuß. P.

Die Beleuchtungsarten der Gegenwart. Von Dr. W. Brusch (Aus Natur und Geisteswelt, Band 108); Leipzig, B. G. Teubner, 1906. 164 S., 155 Abb. i. Text. Geb. M 1,25.

In der Form von vierzehn Vorträgen gibt der Verf. des vorliegenden Bändchens auf engbegrenztem Raum eine vortreffliche Darstellung von erstaunlicher Vollständigkeit; die Literatur ist gründlich berücksichtigt, auch geschichtliche Angaben finden sich an richtiger Stelle in genügendem Umfange. Vor allem anerkennenswert ist die reichhaltige illustrative Ausstattung, die bezüglich der konstruktiven Ausgestaltung der verschiedenen Beleuchtungsmittel sowie sonstiger wichtiger Hilfsmittel wertvolle Auskunft gibt. Das Büchelchen ist wärmstens zu empfehlen, doch muß gegen die übertriebene Anwendung der neuen Rechtschreibung Einspruch erhoben werden; die richtige wissenschaftlich übliche Schreibweise ist „Calciumcarbid“ nicht Kalziumkarbid“ u. dgl. m.

W. Biegon von Czudnochowski.

Geschichte der Photographie. Von Josef Maria Eder. (Ausführliches Handbuch der Photographie, 1. Bd. 1. Teil.) 3. umgearb. und verm. Aufl. Halle a. S., W. Knapp, 1905. XVI und 484 S., 148 Abb. im Text und 12 Tafeln. Steif geh. M 12,—.

In physikalischem Sinne ist unter „Photographie“ die Gesamtheit aller photochemischen Erscheinungen, d. h. solcher, bei denen es sich um eine merkbar verändernde Wirkung des Lichtes auf Materie handelt, zu verstehen, ebenso gehört dazu die Erzeugung wirklicher dauerhafter „Lichtbilder“ alias „Photogramme“, bzw. die Verfahren und Hilfsmittel, deren man sich zu dem Zwecke zu bedienen hat; in diesem Sinne hat auch der Verf. vorliegenden Werkes das in seiner geschichtlichen Entwicklung darzustellende Sondergebiet aufgefaßt. Die bei Aristoteles beginnende Darstellung ist klar, übersichtlich und von weitgehender Vollständigkeit, durch Zitate wie durch die Wiedergabe vieler bedeutungsvoller Proben der Lichtbilderei früherer Zeiten erläutert, und wegen der Fülle authentischer Daten wie der zahlreichen Literaturangaben höchst wertvoll; große Übersichtlichkeit ist ferner dadurch erreicht, daß der Verf. die zeitliche Reihenfolge der Geschehnisse nur insoweit auch durch entsprechende Gliederung des Textes schärfer betont hat, als sich dies mit einer gruppenweisen Zusammenfassung des Stoffes in einzelne bestimmten Spezialfragen gewidmete Kapitel vereinigen ließ. In solchen sind u. a. behandelt: die Objektive (kurz), Kamera, Projektionsapparate, Stereoskopaufnahmen, Farbenphotographie, Mikrophotographie, Anwendung künstl. Lichtquellen u. a. m.; das Werk kann

als nichts weniger denn einseitigen Fachinteressen Rechnung tragend, sondern vielmehr als Beispiel dafür wie bei einer „Geschichte der Physik“ die Einzelgebiete zu behandeln wären, wärmstens empfohlen werden und verdient weiteste Verbreitung.

W. Biegon von Czudnochowski.

Die radioaktiven Substanzen und die Theorie des Atomzerfalles. Von Dr. P. Gruner. Bern, A. Franke, 1906. IV u. 103 S., 1 Tafel und 3 Fig. im Text. Geh. M 1,60.

Eine vortreffliche klar übersichtlich und wissenschaftlich gehaltene und vollständige Darstellung des Gegenstandes, die unbedingt jedem angelegentlichst empfohlen werden kann.

W. Biegon von Czudnochowski.

Die Körperreaktion gegen das Licht als Ursache der Reflexion, Brechung und Polarisation des Lichts gegenüber den Röntgenstrahlen. Von Edmund Hänzeli, Ingenieur. Leipzig, R. Uhlig, 1906. 29 S., 4 Fig. Geh. M 0,50.

Verfasser gehört augenscheinlich auch zu der leider sehr großen Zahl derer, welche sich in der modernen Physik nicht zurecht zu finden vermögen, daher fortwährend auf Widersprüche stoßen und nun, statt den Grund des Mangels an Verständnis in sich bzw. in lückenhaften Kenntnissen zu suchen, Unvollkommenheiten der Wissenschaft entdeckt zu haben und sich zu Aposteln der wahren Erklärung berufen glauben. „Die Röntgenstrahlen entstehen aus der sich auslösenden resp. zerfließenden negativen Elektrizität“, „Die fortpflanzende Spannkraft des Lichtäthers ist in dessen Elementen in der vierten Stoffdimension übereinstimmend“, „Der Lichtstrahl ist ein in sich gespanntes expansives Kraftgebilde“, diese Proben dürften zur Orientierung hinreichen. Eine derartige Behandlung wissenschaftlicher Fragen seitens Unberufener in billigen Schriften ist, weil nur zu sehr geeignet gerade Falschem weiteste Verbreitung zu geben, auf das schärfste zu verurteilen.

W. Biegon von Czudnochowski.

Elementare Messungen aus der Elektrostatik. Von Prof. Dr. Karl Noack (Abhandlungen zur Didaktik und Philosophie der Naturwissenschaft. Bd. II. Heft 1.) Berlin, J. Springer, 1906. 56 S. 2 M.

Die Abhandlung ist in der Absicht geschrieben, die Bedenken zu zerstreuen, die über die Zuverlässigkeit elementarer Messungen von elektrostatischen Größen vielfach herrschen. Noack zeigt, daß auch bei Versuchen und Messungen, die ohne besondere Vorsichtsmaßregeln angestellt und bei denen die untergeordneten Fehlerquellen nicht berücksichtigt werden, durchaus Ergebnisse erreichbar sind, deren Genauigkeit für die Zwecke der Schule ausreicht; und damit hat er den Unterricht in der Elektrostatik hervorragend gefördert. Zunächst untersucht er eingehend das Blättchenelektrometer, den Einfluß des Gehäuses, der Masse des Blättchens, des Zuleiters und der Größe des Blättchens und gelangt so zu einer neuen Konstruktion des Elektrometers. Er erörtert dann dessen Behandlung, Aufstellung und Eichung und zeigt, wie man damit z. B. die Ladungsdichte an einem Würfel bestimmen kann. Noack behandelt hierauf in einfacher Weise die Begriffe von Potential, Kapazität und Elektrizitätsmenge, beschreibt die Herstellung von Kugelkondensatoren (solche die außen und solche die innen geerdet sind) und geht dann näher auf die Messung von Kapazitäten ein. Er bestimmt die Elektrometer-Kapazität durch Ladungsteilung und durch einen sinnreich gebauten Pendelentlader und gibt im Anschluß daran zweckmäßige Abänderungen der genaueren Verfahren von Harms und Gardien an. Er wendet sich nunmehr zur Messung von Dielektrizitätskonstanten, beschreibt einen neuen Kondensator und bestimmt dessen Verstärkungszahl auf verschiedene Weise. Er eicht mit einer Batterie von 200 „hohen Daniells“ das Elektrometer, gibt eine vereinfachte Form des Zylinderelektrometers an und benutzt dieses zur Eichung eines Hochspannungselektrometers. Zum Schluß behandelt er dann noch die Messung von Funkenpotentialen. Fürwahr eine Fülle trefflicher neuer Apparate und Verfahren, die den elektrostatischen Unterricht in der Klasse und im Laboratorium auf eine höhere Stufe stellen. Noacks Abhandlung ist eine wissenschaftliche Untersuchung, deren Anfangspunkt und Endpunkt der Physikunterricht in der Schule ist. Darin liegt ihre vorbildliche allgemeinere Bedeutung. Sie zeigt in mustergültiger Weise, wo die Physiklehrer an den höheren Schulen die Probleme für ihre selbständigen Forschungen suchen sollten, und wie sie solche Aufgaben fruchtbringend zu lösen haben.

H. Hahn.

Vorbereitender Lehrgang der Chemie und Mineralogie. Nach methodischen Grundsätzen für den Unterricht an höheren Lehranstalten bearbeitet von Dr. K. A. Henniger, Professor am Realgymnasium in Charlottenburg. Mit 112 in den Text gedruckten Figuren. Stuttgart und Berlin, Fr. Grub, 1906. VIII und 116 S. Geb. M 1,60.

Seinem größeren „Lehrbuch der Chemie und Mineralogie“ (vgl. d. Zschr. XVIII, S. 252) hat der Verfasser diesen „vorbereitenden Lehrgang“, der für die Untersekunda von Real-

anstalten bestimmt ist, hinzugefügt. Ein methodisches Buch im Sinne von R. Arendt und anderen Methodikern ist auch dieser Leitfaden nicht; denn wenn auch zunächst bekannte Stoffe den Ausgangspunkt bilden, so treten doch dem Anfänger rasch und unvermittelt gebrannte Magnesia, Schwefeldioxyd usw., ferner eine Aufzählung und Einteilung der wichtigeren Elemente und andere erst beträchtlich später zum Verständnis gelangende Dinge entgegen. Die Begriffe Molekel und Atom werden zeitig eingeführt, doch wird die Bestimmung der relativen Atom- und Molekulargewichte mit Recht zunächst unterlassen. Für letztere Aufgabe dient weiterhin der Avogadrosche Satz als Grundlage. Er wird an die Synthese des Wassers aus seinen Elementen geknüpft und sofort dahin erweitert, daß „die Moleküle von H und O je aus zwei Atomen bestehen“. Dieser Zusatz ist zu apodiktisch ausgesprochen und an dieser Stelle noch keiner Begründung fähig; er kann überdies zu einer falschen Auffassung des Avogadroschen Satzes verleiten, der sich ja bekanntlich in gleicher Weise auf zusammengesetzte wie einfache Gase und daher zunächst nur auf die Molekeln, nicht auf die Atome bezieht. Noch irreführender ist an späterer Stelle (S. 31) die Angabe, daß „nach dem Satze von Avogadro die Atome desselben Elements als gleich groß und gleich schwer anzusehen sind und je 1H und 110 im Normalzustande die gleiche Anzahl H- bzw. O-Atome enthält“. — Befriedigender als die Darstellung der Atomtheorie ist die der eigentlichen Tatsachen. Sie beginnt mit einer physikalischen und chemischen Untersuchung der Luft und des Wassers; dann werden, mit Abschnitten allgemeinen Inhalts untermischt, die wichtigsten Elemente und Verbindungen einzeln oder in Gruppen behandelt. Beachtenswert ist die Berücksichtigung der organischen Chemie; es wäre erfreulich, wenn auf der Unterstufe Zeit für die hier gegebenen Belehrungen über Alkohole, Essigsäure, Kohlehydrate, Nährstoffe usw. gefunden werden könnte. Einige Ungenauigkeiten — Erklärung der Entzündungstemperatur als Energie S. 30, die Gegenüberstellung von faserig und kristallinisch S. 37, ferner die Anmerkung S. 2, derzufolge „jeder Körper“ unter „gegebenen Verhältnissen im festen, flüssigen oder dampförmigen Zustande auftreten“ kann — werden bei einer Neubearbeitung des Büchleins leicht verbessert werden können.

J. Schiff.

Lehrbuch der anorganischen Chemie. Von Prof. Dr. H. Erdmann. 4. Aufl. Mit 302 Abb., 95 Tabellen, 1 Rechentafel u. 7 farbigen Tafeln. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn, 1906. XXVI und 796 S. Geb. M 16,—; Hfr. M 17,—.

Das in dieser Zeitschrift wiederholt besprochene Buch hat sich bereits so bewährt, daß es genügt, auf das Erscheinen der neuen Ausgabe empfehlend hinzuweisen. Die mineralogischen Angaben des Buches wurden von Prof. Dr. H. Baumhauer einer Durchsicht unterzogen. In dem hinzugekommenen kleinen Abschnitt, der von Kristallformen handelt (S. 86, 87), ist vom Zonengesetz wiederholt gesprochen, ohne daß dieses angegeben wird, und ohne daß der Begriff der Zone erklärt wird — eine Lücke, die sich leicht ausfüllen lassen wird. Die neuhinzugekommenen Spektraltafeln zeigen die gleiche Schönheit wie die früheren.

O. Ohmann.

Abriss der allgemeinen oder physikalischen Chemie. Von Prof. Dr. C. Arnold. 2. verb. und ergänzte Aufl. Hamburg und Leipzig, L. Voß, 1906. 228 S. M 3,75.

Der Umfang des Buches in der vorliegenden Ausgabe ist gegenüber der ersten (vgl. diese Ztschr. XVI 317) nahezu verdoppelt. Mit Recht sind die spezifisch physikalischen Darlegungen, d. h. diejenigen, die sich in allen Lehrbüchern der Physik vorfinden, wo es irgend ratsam war, weggelassen, um für das eigentlich Chemische Raum zu gewinnen. Das Buch stellt in der neuen Form eine zweckmäßige Zusammenfassung der wichtigsten Gesetze der allgemeinen Chemie dar. Die Fassung der Definitionen und Gesetze zeichnet sich durch Klarheit und Kürze aus. Die Atomhypothese spielt allenthalben die ihr zukommende Rolle. Einige Abschnitte, z. B. die über Lösungen und osmotischen Druck würden durch Hinzufügen von Figurenmaterial besser dem Charakter des Ganzen als „Einführung in die Anschauungen der modernen Chemie“ entsprechen. *O. Ohmann.*

Lehrbuch der gerichtlichen Chemie in zwei Bänden. 2. gänzlich umgearbeitete Auflage, bearbeitet von Dr. G. Baumert in Halle, Dr. M. Dennstädt und Dr. F. Voigtländer in Hamburg. Bd. 2: Der Nachweis von Schriftfälschungen, Blut, Sperma u. s. w.; Braunschweig, F. Vieweg & Sohn, 1906. X u. 248 S. M 9,—.

Das Buch behandelt an der Hand vorzüglicher Abbildungen — besonders mikrophotographischer Darstellungen von Schriftzeichen — die Methoden, mittels deren man eine Fälschung von Schriftzügen bei einer fraglichen Urkundenfälschung feststellen kann. In ähnlicher Weise wird die Untersuchung von Blut- und Spermaflecken für forensische Zwecke erörtert. In dem Abschnitt über die „biologische Untersuchung des Blutes“ finden sich die neuesten Ergebnisse der Serumforschung berücksichtigt. Das Buch ist zwar in erster Linie für Gerichtschemiker sowie Mediziner und Phar-

mazeuten bestimmt, sucht aber seine Aufgabe in so allgemein verständlicher Form zu lösen, daß auch andere Kreise, insbesondere die Juristen sich über die behandelten Fragen genau informieren können. Es ist dies in ausgezeichneter Weise gelungen, so daß das Buch auch noch darüber hinaus ein allgemeineres Interesse beanspruchen darf.

O. Ohmann.

Organische Chemie. Experimentier- und Hilfsbuch für Bürger- und Fortbildungsschulen. Von Ferd. Strauß. Mit 131 Abbildungen. Wien, k. k. Schulbücher-Verlag, 1907. 280 S. Kr. 2,80.

Das vorliegende Buch ist eine mit großem Fleiß und Geschick verfaßte, dankenswerte Arbeit. Es enthält Darlegungen und viele zweckmäßig ausgewählte Versuche über: 1. Kohle und Kohlenwasserstoffe; 2. Kohlehydrate; 3. Fettkörper; 4. Pflanzenexkrete; 5. Tierische Stoffe; 6. Physiologische Chemie. Von den meist durch Abbildungen unterstützten Versuchsbeschreibungen seien als Beispiele hervorgehoben die Darstellung von Äthylen, die Herstellung eines Glühstrumpfes mittels Magnesiumnitrat, die Darstellung von Anilinfarben, Äther, Seifen, Sprengstoffen. Sehr zweckentsprechend sind ferner die Ausführungen über die Nahrungsmittel, die Vorgänge beim Backen, die Bestimmung der Gespinnstfasern, das Bleichen und Färben und besonders treffend die über die Giftigkeit des Alkohols. Der Satz „Jede Beleuchtung ist eine Gasbeleuchtung“ ist in dieser Allgemeinheit nicht zutreffend, wenngleich es vorteilhaft ist, die mannigfachen, durch Verbrennungsvorgänge gekennzeichneten Beleuchtungsarten auf „Gasbeleuchtung“ zurückzuführen. Das Buch verdient allgemeinere Beachtung, insbesondere seien auch technische Lehranstalten, Landwirtschaftsschulen usw. auf dasselbe hingewiesen. Das Fehlen eines Sachregisters ist jedoch ein Mangel des sonst empfehlenswerten Buches.

O. Ohmann.

Programm-Abhandlungen.

Elektrische Messungen und Rechnungen. Beitrag zum Unterricht in der Elektrizitätslehre an Lehrerseminarien und verwandten Unterrichtsanstalten. Von L. Eberlein, Seminaroberlehrer. Beigabe zum ersten Bericht über das Kgl. Lehrerseminar zu Frankenberg in Sa. 1906. 89. 64 S.

Die Arbeit enthält die ausführliche Beschreibung des methodischen Unterrichtsganges, den der Verfasser bei seinem Unterricht in der Elektrizitätslehre einschlägt. Nach einem einleitenden Kapitel über die Fundamentalversuche der Berührungselektrizität wird die Benutzung der Tangentenbussole und des Amperemeters zur Messung der Stromstärke beschrieben. Die Einheit der Stromstärke wird durch ihre elektrolytische Wirkung definiert. Dann wird der Einfluß des Widerstandes auf die Stromstärke untersucht. Als Einheit des Widerstandes (1Ω) gilt der Widerstand des vom Verfasser benutzten Kurbelrheostaten. Im nächsten Abschnitte wird das Volt aus dem Quotienten von Ampere und Ohm bestimmt und dann das Ohmsche Gesetz experimentell abgeleitet, worauf die einfache Stromverzweigung und ihre Anwendung zur Wheatstoneschen Brücke behandelt werden. In zwei weiteren Abschnitten wird nach Beschreibung des Reflexgalvanometers die Induktionselektrizität und ihre Anwendungen untersucht. Hierauf wird beschrieben, wie die Einrichtung und der Gebrauch einer von Kohl bezogenen Experimentier-Schalttafel den Schülern klar gemacht wird. Ein Kapitel über das Joulesche Gesetz und einige Angaben über den Stromeffect und die Stromarbeit bilden den Schluß der Arbeit.

Es mag vielleicht für einen Lehrer ganz interessant sein, in allen Einzelheiten den Gang seines eigenen Unterrichts schriftlich festzulegen; daß aber der Allgemeinheit durch solch detaillierte Beschreibung wesentlich gedient ist, möchte ich stark bezweifeln, besonders weil sich die Einzelheiten in der unterrichtlichen Behandlung ganz nach den zufällig vorhandenen Apparaten und ihren ebenso zufälligen Konstanten richten. Das Studium der Arbeit ist aus diesem Grunde nicht ganz leicht, stellenweise ermüdend, weil man entweder gezwungen ist, jede einzelne zufällig gewählte Größe genau durchzurechnen, oder die einzelnen Angaben nur als zusammengetragene Einzelbeobachtungen zu betrachten, die für den eigentlichen Gang des Unterrichts ganz unwesentlich sind. Es wäre der Allgemeinheit sicher mehr gedient, wenn der Verfasser sich darauf beschränkt hätte, aus dem mitgeteilten Material das Wesentliche herauszuschälen und in übersichtlichem Zusammenhange mitzuteilen. Weitere unnötige Erschwerung bereitet der Verfasser dem Leser dadurch, daß er eine große Zahl von willkürlichen Abkürzungen verwendet, die man entweder vorher nach einer mitgeteilten Tabelle erst einstudieren muß (die Tabelle enthält 62 Abkürzungen), oder deren Bedeutung man in jedem einzelnen Falle erst in der Tabelle nachschlagen muß, was natürlich das zusammenhängende Studium in erheblichem Maße stört.

E. Grimsehl.

Korrespondenz.

Berichtigung. In dem Aufsatz von B. KOLBE über Schulmeßbrücken im 2. Heft d. Zeitschrift sind infolge verspäteten Eintreffens der Korrektur folgende Berichtigungen unterblieben: Seite 79 Zeile 13 von unten: Die „X-Klemmen“ statt „X-Klemme n“. — Seite 80 Zeile 10: Kupferdraht von „3,5 mm“ statt „3 mm“. — Seite 85 Zeile 5 von unten: „Meßdrähten“ statt „Meßbrücken“.

Bei der Redaktion eingegangene Bücher und Schriften.

H. v. Helmholtz, Vorlesungen über theoretische Physik. Bd. IV: Elektrodynamik und Theorie des Magnetismus, herausgegeben von O. Krigar-Menzel und M. Laue. Mit 30 Figuren. 406 S. Leipzig, J. A. Barth. 1907. M 16,—, geb. M 17,50. — **J. Kunz**, Theoretische Physik. Mit 291 Fig. 499 S. Stuttgart, Ferd. Enke, 1907. M 12,—. — **W. von Siemens**, Die elektrische Telegraphie. 2. Auflage, herausgegeben von L. Graetz. 77 S. W. Mecklenburg, Berlin, 1906. M 1,50. — **A. Wangerin**, F. Neumann und sein Wirken als Forscher und Lehrer. Mit 1 Fig. 185 S. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn, 1907. M 6,20. — **W. Felgentraeger**, Theorie, Konstruktion und Gebrauch der feineren Hebelwage. Mit 125 Figuren. 310 S. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner. M 8,—. — **A. E. H. Love**, Lehrbuch der Elastizität. Deutsche Ausgabe von A. Timpe. (B. G. Teubners Sammlung von Lehrbüchern. Bd. XXIV). Mit 75 Abbildungen. 664 S. Leipzig, 1907. M 16,—. — **P. Stephan**, Die technische Mechanik. II. Teil: Festigkeitslehre und Mechanik der flüssigen und gasförmigen Körper. Mit 200 Figuren. 332 S. B. G. Teubner, Leipzig, 1906. M 7,—. — **E. Sommerfeldt**, Physikalische Kristallographie. Mit 122 Abbildungen. 131 S. Leipzig, Chr. H. Tauchnitz, 1907. — **E. Glinzer**, Kurzes Lehrbuch der Festigkeitslehre. Mit 120 Figuren. 152 S. Leipzig, A. L. Degener, 1907. M 3,60, geb. M 4,—. — **B. Donath**, Physikalisches Spielbuch für die Jugend. 2. Auflage. 510 S. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn, 1907. M 5,—, geb. M 6,—. — **Aus Natur und Geisteswelt**: J. Bongardt, Die Naturwissenschaften im Haushalt. Bd. I und II; Th. Hartwig, Das Stereoskop. Leipzig, B. G. Teubner. Je M 1,—, geb. M 1,25. — **F. Barmwater**, Laerebog i Mekanisk Fysik, 189 S.; Laerebog i optik, 125 S.; Laerebog i varme, 63 S.; Laerebog i magnetisme og elektricitet, 161 S. Kjöbenhavn, Nordisk Forlag, 1906. — **A. Kadesch**, Leitfaden der Physik, Unterstufe. Mit 283 Figuren. 166 S. Wiesbaden, J. F. Bergmann. M 1,80. — **A. Sattler**, Leitfaden der Physik und Chemie. 31. Aufl. Mit 291 Abbildungen. 255 S. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn, 1906. M 1,50. — **J. Hartwig**, Einführung in die praktische Physik. I Bd.: Physik der Materie. Mit 150 Abbildungen. 198 S. II. Bd.: Physik des Äthers. Mit 166 Abbildungen. 187 S. Stuttgart, E. H. Moritz, 1906. à Bd. M 1,50. — **Sammlung Götschen**: W. Frommel, Radioaktivität. Mit 18 Abbildungen. 94 S. Leipzig, G. J. Götschen, 1907. M —,80. — **K. Arndt**, Technische Anwendungen der physikalischen Chemie. Mit 55 Abbildungen. 304 S. Berlin, Mayer & Müller, 1907. M 7,—. — **W. A. Roth**, Physikalisch-chemische Übungen. Mit 44 Abbildungen. 174 S. Hamburg, L. Voß, 1907. M 5,—. — **K. A. Henniger**, Chemisch-analytisches Praktikum. Ausgabe A: 127 S. und B: 112 S. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn, 1907. Geb. M 2,—. — **W. Levin**, Methodischer Leitfaden für den Anfangsunterricht in der Chemie. Mit 112 Abbildungen. 170 S. Berlin, O. Salle, 1907. M 2,—. — **R. Hennig**, Die Wetterrose. Berlin, O. Salle. M —,20. — **G. Benischke**, Die wissenschaftlichen Grundlagen der Elektrotechnik. 2. Aufl. Mit 489 Abbildungen. 580 S. Berlin, J. Springer, 1907. M 12,—, geb. M 13,20. — **A. Meinong**, Über die Stellung der Gegenstandstheorie im System der Wissenschaften. 159 S. Leipzig, R. Voigtländer, 1907. M 4,80. — **H. Marcus**, Die Philosophie des Monopluralismus. 163 S. Berlin, H. Ehböck, 1907. M 4,—.

Sonder-Abdrücke: Flüssige Kristalle und ihre Analogie zu den niedrigsten Lebewesen. Von Prof. Dr. O. Lehmann. Mit 23 Abbildungen. S.-A. Kosmos, Handweiser für Naturfreunde. Bd. IV, H. 1—2. — Scheinbar lebende flüssige Kristalle. Von O. Lehmann. S.-A. Natur und Schule. Bd. VI, 3. Heft. — Antike Lichttheorien von Arthur Erich Haas. S.-A. Archiv f. Gesch. d. Phil. Bd. XX, H. 3. — Die allgemeinen Gesetze des physikalischen Geschehens und ihr Verhältnis zum zweiten Hauptsatz der Wärmelehre. Von A. E. Haas. S.-A. Ann. d. Naturphilosophie. Bd. VI. — Das geschichtliche Element im naturwissenschaftlichen Unterricht. Von Fr. Dannemann. S.-A. Natur und Schule. Bd. VI.

Himmelserscheinungen im Juni und Juli 1907.

♄ Merkur, ♀ Venus, ☉ Sonne, ♂ Mars, ♃ Jupiter, ♄ Saturn, ☾ Mond, 0^h = Mitternacht.

		Juni						Juli					
		3	8	13	18	23	28	3	8	13	18	23	28
♄	{ AR	5 ^h 32 ^m	6.15	6.53	7.26	7.52	8.13	8.28	8.35	8.34	8.26	8.13	8. 0
	{ D	+ 25 ^o	+ 25 ^o	+ 25 ^o	+ 24 ^o	+ 22 ^o	+ 20 ^o	+ 18 ^o	+ 17 ^o	+ 15 ^o	+ 15 ^o	+ 15 ^o	+ 16 ^o
♀	{ AR	2 ^h 49 ^m	3.13	3.37	4. 2	4.27	4.53	5.19	5.45	6.12	6.38	7. 5	7.31
	{ D	+ 15	+ 16	+ 18	+ 19	+ 21	+ 22	+ 22	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	+ 22
☉	{ AR	4 ^h 41 ^m	5. 1	5.22	5.43	6. 4	6.24	6.45	7. 6	7.26	7.46	8. 7	8.26
	{ D	+ 22	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	+ 22	+ 21	+ 20	+ 19
♂	{ AR	19 ^h 24 ^m	19.24	19.22	19.20	19.16	19.11	19. 5	18.58	18.52	18.46	18.40	18.36
	{ D	- 25	- 25	- 26	- 26	- 27	- 27	- 28	- 28	- 28	- 29	- 29	- 29
♃	{ AR		7. 2		7.11		7.21		7.30		7.40		7.49
	{ D		+ 23		+ 23		+ 22		+ 22		+ 22		+ 21
♄	{ AR	23 ^h 50 ^m						23.54					
	{ D	- 3						- 3					
☉	Aufg.	3 ^h 45 ^m	3.41	3.39	3.39	3.39	3.41	3.44	3.48	3.53	3.59	4. 6	4.13
	Unterg.	20 ^h 11 ^m	20.16	20.20	20.23	20.24	20.24	20.23	20.21	20.17	20.12	20. 5	19.58
☾	Aufg.	1 ^h 11 ^m	2.52	5.41	10.56	17.22	22.43	0.20	2.17	6.31	12.20	18.48	22. 4
	Unterg.	11 ^h 31 ^m	17.28	22.16	0.14	2. 2	6.32	13. 0	18.31	21.56	23.39	1.51	8. 9
Sternzeit im mittl. Mittg.		4 ^h 43 ^m 1 ^s	5. 2.44	5.22.27	5.42.9	6. 1.52	6.21.35	6.41.18	7. 1. 1	7.20.43	7.40.26	8. 0. 9	8.19.52
Zeitgl.		- 2 ^m 16 ^s	- 1.24	- 0.25	+ 0.38	+ 1.43	+ 2.46	+ 3.46	+ 4.39	+ 5.23	+ 5.55	+ 6.14	+ 6.18

Mittlere Zeit = wahre Zeit + Zeitgleichung.

Mondphasen	Neumond	Erstes Viertel	Vollmond	Letztes Viertel
in M.E.Z.	Juni 11, 0 ^h 50 ^m Juli 10, 16 ^h 17 ^m	Juni 19, 3 ^h 55 ^m Juli 18, 14 ^h 12 ^m	Juni 25, 22 ^h 27 ^m Juli 25, 5 ^h 29 ^m	Juni 3, 6 ^h 20 ^m Juli 2, 15 ^h 34 ^m

Planetensichtbarkeit	Merkur	Venus	Mars	Jupiter	Saturn
im Juni	unsichtbar	als Morgenstern etwa $\frac{3}{4}$ Stunden lang sichtbar	Von Mitte des Monats an die ganze Nacht hindurch sichtbar.	wird gegen Mitte des Monats unsichtbar	morgens $\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{4}$ Std. lang in den Fischen sichtbar
im Juli	unsichtbar	wie im Juni	wie im Juni, Opposition am 6.	unsichtbar, Konjunktion am 16.	$3\frac{1}{2}$ bis $5\frac{1}{2}$ Std. lang vor der Morgendämmerung sichtbar.

Die Ebene des Saturnrings geht am 25. Juli durch die Sonne, so daß von dieser Zeit an bis Oktober die südliche Fläche des Rings für uns sichtbar ist.

Eine in Europa **unsichtbare, ringförmige Sonnenfinsternis** ereignet sich am Nachmittag des 10. Juli. Die Zone der Zentralität läuft quer durch Südamerika bis nahe zum Cap der guten Hoffnung.

Eine in Westdeutschland teilweise **sichtbare, partielle Mondfinsternis** findet am 25. Juli statt. Der Mond tritt um 2^h 59^m in den Halbschatten, um 4^h 4^m in den Kernschatten der Erde und tritt um 6^h 41^m bzw. 7^h 46^m wieder aus. Für Berlin geht der Mond jedoch bereits um 4^h 2^m unter.

Sternbedeckung für Berlin.

	Stern	Eintritt	Q	Austritt	Q
Juli 31 August 1	♄ ² Ceti	23 ^h 37 ^m , 2 M.E.Z.	26 ^o	0 ^h 20 ^m , 4 M.E.Z.	289 ^o

Veränderliche Sterne (M.E.Z.):

Juni 2	R Lyrae-Min.	Juni 28	23 ^h	η Aquilae-Max.	Juli 20	24 ^h	W Sagitt.-Min.
11 23 ^h	♄ Cephei-Max.	Juli 10	21	β Lyrae-Min.	23	24	W Sagitt.-Max.
15 23	♄ Cephei-Min.		23	η Aquilae-Min.	24	22	♄ Cephei-Max.
18 23 46 ^m	Algol-Min.	11 22	18 ^m	Algol-Min.	26	21	β Lyrae-Max.
21 20 35	Algol-Min.	12		o Ceti-Min.	26	22	♄ Librae-Min.
24	R Lyrae-Max.	13	23	β Lyrae-Max.	28	21	♄ Cephei-Min.
27 23	β Lyrae-Min.	18		R Lyrae-Min.			

Dr. F. Koerber.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagehandlung gestattet.