

Über die schulmäßige Behandlung des elektromagnetischen Grundgesetzes.

Von

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

Der erste Teil des von Laplace in die Formel $dk = dli\mu/r^2 \cdot \sin \alpha$ gebrachten elektromagnetischen Grundgesetzes kann nach dem Vorbild der Tangentenbusssole leicht bestätigt oder, wenn man will, heuristisch hergeleitet werden. Über eine leicht herzustellende Anordnung derartiger Apparate und eine den Zwecken des Unterrichts angepaßte Ausführung der Versuche habe ich bereits vor längeren Jahren in dies. Zeitschr. 8, 34 Mitteilung gemacht. Später aufgefundene Vereinfachungen sind in meiner „Technik des physikalischen Unterrichts“ erwähnt worden¹⁾, namentlich der Kunstgriff, zwei konzentrische Kreisströme von 40 und 20 cm Durchm., von denen der äußere aber zwei Windungen hat, in entgegengesetzter Richtung von einem Strom durchfließen zu lassen und zu zeigen, daß eine im Mittelpunkt aufgestellte kleine Magnetnadel dabei in Ruhe verharrt. Versuche dieser Art werden durch Anwendung einer Lichtzeigernadel auch für Demonstrationen vorzüglich geeignet. Die Beschreibung eines so eingerichteten Schulapparats ist von mir im vorletzten Heft dieser Zeitschrift veröffentlicht worden, auf die hier verwiesen werden muß.

Für die uns heute beschäftigende Aufgabe ist ein mittels Schlitten parallel zu sich selbst verschiebbarer Kreisleiter von 30 cm bestimmt, außerdem ein konzentrischer Kreisring von 10 cm. Nachdem beide Ringe in die Nadelebene gebracht, leitet man durch den kleinen den Strom einer parallelgeschalteten Akkumulatorenbatterie und bringt mittels des gleichzeitig eingeschalteten Rheostaten den Ausschlag des Lichtzeigers auf 30²⁾. Darauf gibt der große Ring mit dem gleichen Strome den Ausschlag 10. Beide hintereinander bringen die Lichtmarke auf 40, beide in Gegenrichtung auf 20. Damit ist das Grundgesetz für den einfachen Fall, daß $\sin \alpha = 1$, binnen zwei Minuten scharf und eindrucksvoll erwiesen.

Die Bestätigung kann noch dadurch vervollständigt werden, daß man den 30 cm-Ring mittels des Schlittens abrückt und die in bestimmten Abständen beobachteten Ausschläge mit der Theorie vergleicht. Diese führt, wenn r der Ringhalbmesser und nr der Abstand, ohne Schwierigkeit zu der Formel

$$k = \frac{5\pi J}{r} \cdot \frac{1}{\sqrt{(1+n^2)^3}}$$

Für bestimmte einfache Werte des Faktors $c = 1/\sqrt{(1+n^2)^3}$ werden die zugehörigen von n und daraus durch Multiplikation mit dem Ringhalbmesser 15 die Abstände a berechnet und in einer Tabelle zusammengestellt:

¹⁾ Also vor dem Erscheinen des Sonderheftes II, 2 in den Abhandlungen zur Didaktik und Philosophie der Naturwissenschaft.

²⁾ Den Gesamtwiderstand von etwas über 9 Ohm verändern die dickdrähtigen Ringe nur unmerklich.

c	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{10}$
n	0,766	1,04	1,23	1,39	1,52	1,73	1,91
a	11,5	15,6	18,4	20,8	22,8	26,0	28,8

Eine Versuchsreihe wird nun zweckmäßig in der Weise erledigt, daß man bei Nullstellung des Ringes den Ausschlag des Lichtzeigers mittels des Rheostaten etwa auf 40 bringt und hierauf durch Ringverschiebung auf 20, 13,3, 10, 8, wobei die jedesmaligen Abstände a an dem dazu bestimmten Millimetermaßstabe abzulesen sind. Die gefundenen Abstände waren stets in guter Übereinstimmung mit den in der Tabelle enthaltenen theoretischen Zahlen. Bei der neuesten Versuchsreihe z. B. wurde der Ausschlag von 44,0 auf 22,0, 11,0, 5,5 gebracht, und es ergaben sich die Ringstände zu 11,3, 18,5, 25,9.

Nach dieser verhältnismäßig einfachen und so oder so längst auf der Oberstufe des Unterrichts durchgeführten Bestätigung des ersten Teils der Laplaceschen Formel soll nun auch dem zweiten Teil näher getreten werden. Dieses Sinusgesetz ist das Eigentümliche und Rätselhafte bei der Fernwirkung zwischen Stromstück und Magnetpol. Daß die Kraft der Stromstärke proportional sein würde, war selbstverständlich; daß sie mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt, entspricht dem gleichen Verhalten der Gravitation, der elektrischen und der magnetischen Fernwirkung. Und alle diese Gesetze hatte man schon vor ihrer tatsächlichen Auffindung instinktiv vorgeahnt, indem man die Kräfte mit der Lichtstrahlung in Analogie brachte. Ein Einfluß des Winkels, geschweige denn das Sinusgesetz, ist a priori gar nicht einzusehen. Heute freilich ließe sich für den Schulgebrauch a posteriori wohl eine optische Analogie konstruieren. Man stelle sich das Stromstück als leuchtende Linie, z. B. wie ein zentimeterlanges, in einer Bunsenflamme glühendes Stück feinen Platindrahts vor. Dieser beleuchtet aus einigem Abstände eine sehr kleine Kugel in der Tat der Laplaceschen Formel gemäß. Indessen könnte ein gewandter Primaner doch fragen: Weshalb ist es denn bei einem linearen Träger der anderen Fernkräfte, z. B. bei dem Polende des von uns zur Ableitung des Coulombschen Gesetzes benutzten langen Drahtmagneten, nicht ebenso? Dieses wirkt doch gleich stark, mag es quer, schräg oder gar in der Verlängerung von r liegen? Sehr lehrreich ist auch die historische Tatsache, daß schon Biot und Savart den Einfluß des Winkels mit Hilfe geknickter Stromleiter festzustellen versuchten, aber zu dem unrichtigen Ergebnis kamen, daß die Kraft dem Winkel α selbst proportional sei. Erst dem mathematischen Scharfblick von Laplace gelang es, in dem Biot-Savartschen Integralgesetz für unendlich lange geradlinige Ströme das Grundgesetz zu entdecken. Hier liegt ein ähnlicher Fall vor wie bei der Auffindung des Sinusgesetzes für die Optik, das selbst ein Kepler in einem großen und wohlgeordneten Beobachtungsmaterial vergeblich gesucht. Deshalb wäre es ein pädagogischer Mißgriff, die Sinusformel vor der Klasse heuristisch herleiten zu wollen¹⁾. Wir können nicht anders, als sie den Schülern fertig zu geben wie so manche anderen großen Sätze der Physik. Hinterher aber gilt es, die Formel durch ausgewählte Versuche hinreichend zu belegen, sie auf die wichtigsten Sonderfälle auszudehnen und zur Lösung geeigneter, der experimentellen Prüfung zugänglicher Aufgaben anzuwenden.

Die schulmäßige Behandlung unsers Satzes muß nun leider mit einer rein mathematischen Entwicklung des Integrals linearer Ströme einsetzen. Wo man die Anfangsgründe der Infinitesimalrechnung voraussetzen darf, ist diese Aufgabe schnell erledigt. In der Prima des Realgymnasiums muß aber heute noch eine sogenannte elementare Ableitung Platz greifen, wie man sie in Lehrbüchern finden kann, und wie sie auch d. Ztschr. 17, 27 von Oosting vorgeführt worden ist. Die betreffenden Autoren steuern

¹⁾ Optische Scheiben mit aufgezeichnetem Sinusnetz ermöglichen selbstverständlich keine Heuristik, sondern bieten den Satz ebenfalls fertig dar.

aber nur auf den Grenzfall des unendlich langen linearen Stroms los, lediglich um die Konstante 2 in der Formel des Gesetzes von Biot und Savart zu erlangen. Mit diesem an sich sehr interessanten Ergebnis wird aber weiter nichts gemacht; und es läßt sich damit auch nichts Rechtes anfangen. Was not tut, ist eine bequeme Formel für lineare Ströme begrenzter Länge. Daß man sich eine solche bislang hat entgehen lassen, ist angesichts der Tatsache, daß bei galvanischen Instrumenten, wie in der Starkstromtechnik rechteckige Felder mindestens ebenso häufig vorkommen wie kreisförmige, kaum begreiflich. Es ist anzunehmen, daß in den Kreisen der Elektrotechniker Formeln für rechteckige und andere geradlinig geführte Ströme vorhanden sind, in Lehrbüchern und Schulbüchern für Physik sucht man sie vergeblich. Die Schulphysik muß sich also eingestehen, hier ein wichtiges, mitten in ihrem Bereich liegendes Feld weder theoretisch noch experimentell beachtet zu haben. Die nachfolgenden Mitteilungen sollen dazu beitragen, die angedeutete Lücke auszufüllen.

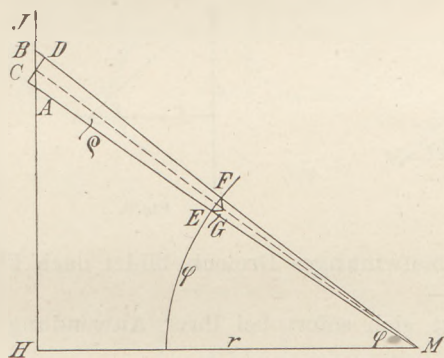


Fig. 1.

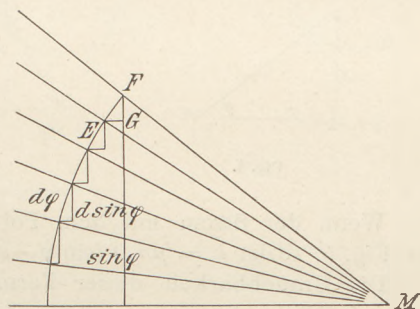


Fig. 2.

Unsere Herleitung des Linienintegrals lehnt sich an vorhandene Vorbilder, namentlich an das in Eberts Buch über magnetische Kraftlinien. Nur die Schlußwendung wird anders gemacht werden.

Sei AB (Fig. 1) ein Element des Stromes HJ von der Stärke i und M der beeinflusste Magnetpol von der Stärke μ , dann ist nach dem Grundgesetz von Laplace das zugehörige Kraftelement

$$1) \quad dk = \frac{\mu i}{\varrho^2} \cdot AB \cdot \sin \alpha.$$

Da ϱ im Vergleich mit AB als überaus groß gedacht werden soll, ist $\sin \alpha \cdot AB = CD$. Wenn nun das durch die Strahlen MA und MB abgegrenzte Stück EF des um M beschriebenen Einheitskreises mit $d\varphi$ bezeichnet wird, so ist $\sin \alpha \cdot AB = CD = \varrho \cdot d\varphi$. Mithin wird aus Gl. 1

$$2) \quad dk = \frac{\mu i}{\varrho} \cdot d\varphi.$$

Nun ist aber $\varrho = \frac{r}{\cos \varphi}$. Durch Einsetzung dieses Werts entsteht

$$3) \quad dk = \frac{\mu i}{r} \cos \varphi \cdot d\varphi.$$

Wie Fig. 2 verdeutlicht, ist in dem unendlich kleinen Dreieck $EFG \triangle F = \varphi$, also $\cos \varphi \cdot d\varphi = FG$. FG ist aber der Zuwachs von $\sin \varphi$, den wir mit dem Symbol $d \sin \varphi$ bezeichnen. Somit geht Gl. 3 über in

$$4) \quad dk = \frac{\mu i}{r} d \sin \varphi.$$

Das von AB ausgeübte Kraftelement ist also gleich der konstanten Größe $\frac{\mu i}{r}$ multipliziert mit dem Zuwachs der zugehörigen Sinusstrecke im Einheitskreise. Was

für AB gilt, gilt für jedes andere Stromelement zwischen H und A . Die Summe aller Sinuszuwächse ist aber offenbar gleich $\sin \varphi$. Mithin ist die Gesamtkraft k , welche vom Strom HA ausgeübt wird,

5)

$$k = \frac{\mu i}{r} \cdot \sin \varphi.$$

Damit haben wir eine Formel von großer Einfachheit und Verwendbarkeit. Ihr Inhalt prägt sich dem geistigen Auge beim Anblick der Figur fast ein, ohne daß man nötig hat, ihn sich in Worten vorzusagen. Eine kurze Fassung wäre vielleicht: Wenn ein geradliniges Stromstück in bezug auf einen Magnetpol die Kathete eines rechtwinkligen Dreiecks bildet, so ist die Größe der zwischen beiden wirksamen Kraft gleich dem Quotienten aus Stärkeprodukt und Abstand multipliziert mit dem Sinus des Winkels, unter dem der Strom vom Pole aus erscheint.

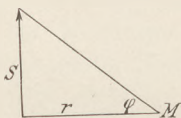


Fig. 3.

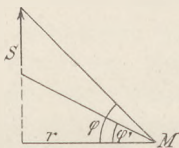


Fig. 4.

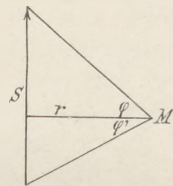


Fig. 5.

Wenn der Strom mit dem Pol ein schiefwinkliges Dreieck bildet nach Fig. 4 oder Fig. 5, so ist $k = \mu i / r (\sin \varphi - \sin \varphi_1)$. —

Die Brauchbarkeit dieser Formel zeigt sich sofort bei ihrer Anwendung auf bestimmte Fälle.

Für einen beiderseits unendlich langen Strom ist ohne weiteres $k = \mu i / r \cdot 2$.

Ebenso kann für ein Quadrat in bezug auf seinen Mittelpunkt sofort hingeschrieben werden:

$$k = 8 i \mu / r \cdot \sin 45^\circ = i \mu / r \cdot 4 \sqrt{2}.$$

Ebenso für das gleichseitige Dreieck

$$k = 6 i \mu / r \cdot \sin 60^\circ = i \mu / r \cdot 3 \sqrt{3}.$$

Für ein regelmäßiges n -Eck gilt allgemein

$$k = 2n \cdot i \mu / r \cdot \sin 180/n.$$

Bemerkenswert ist der Fall des regelmäßigen Sechsecks, für den der Zahlenfaktor rational ist, nämlich 6.

Für das Rechteck ab ergibt sich, wenn wir seine Diagonale mit d bezeichnen,

$$k = \frac{\mu i}{a} \cdot 8 \frac{d}{b}.$$

Eine noch brauchbarere Formel wird erhalten, wenn man $a = 2r$ setzt und b als Vielfaches von a durch an ausdrückt.

$$k = \frac{\mu i}{r} \cdot \frac{4 \sqrt{1+n^2}}{n}.$$

Für den besonderen Fall, daß das Rechteck doppelt so lang wie breit, also $n = 2$ ist wie in Fig. 16, ergibt sich der Faktor $2\sqrt{5}$. Noch interessanter sind die Fälle, wo der Faktor rational wird. Dies tritt ein, wenn a und b pythagoräische Zahlen sind, z. B. $n = 4/3$ oder gleich $12/5$ ist, wobei $f = 5$ (Fig. 15) oder $f = 13/3$ wird.

Auch bei exzentrischer Lage des Pols bietet die Rechnung keine besonderen Schwierigkeiten, nur daß sie langweiliger wird. In den Figuren 10–14 sind einige einfache Beispiele derart skizziert.

In der nachfolgenden Tafel sind alle von uns berührten Fälle, welche sich leicht experimentell verwirklichen lassen, zugleich mit dem zugehörigen Faktor zusammengestellt.

Beim Kreise bietet eine exzentrische Pollage für die Berechnung sehr große, für die Schulmathematik unüberwindliche Schwierigkeiten. Deshalb habe ich seinerzeit, um über die Beschaffenheit des Feldes innerhalb eines Kreisstromes sicheren Aufschluß zu erhalten, eine experimentelle Untersuchung angestellt und deren Ergebnisse vor Jahresfrist in d. Zeitschr. 20, 375 gelegentlich meiner Kritik des Sonderhefts II 2 mitgeteilt. Es ergab sich, daß das Feld im Abstände $r/2$ vom Zentrum um 18 Proz. stärker ist, im Abstände $0,57 r$ um 28 Prozent. Heute können diese Beobachtungen theoretisch gerechtfertigt werden. Für Fig. 12 gilt der Faktor 6,88, während er für Fig. 7 5,66 ist. Diese Ziffern verhalten sich wie 121 : 100. Noch lehrreicher ist das 6-Eck,

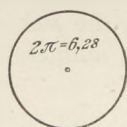


Fig. 6.

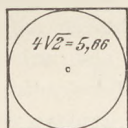


Fig. 7.

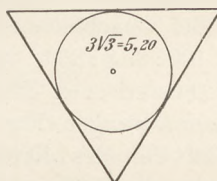


Fig. 8.

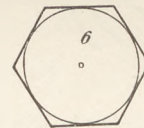


Fig. 9.

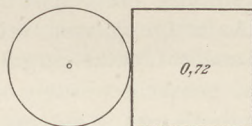


Fig. 10.

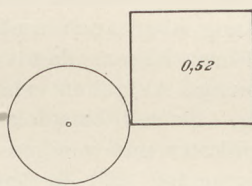


Fig. 11.

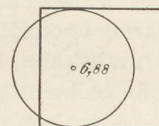


Fig. 12.

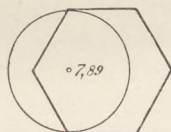


Fig. 13.

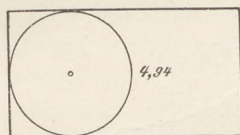


Fig. 14.

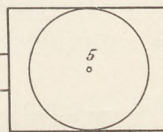


Fig. 15.

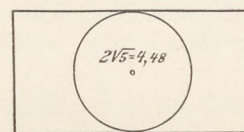


Fig. 16.

weil es dem Kreise schon ziemlich nahe kommt. Für die in Fig. 13 bezeichnete Lage von M ergibt die Rechnung den Faktor 7,89, während er für den Mittelpunkt 6,00 ist. Danach muß die betreffende Feldstärke im Verhältnis 132 : 100 größer sein.

Wenn man die angeführten Beispiele überblickt, eröffnet sich eine überraschende Fülle von leichten und zweckmäßigen Schüleraufgaben. Die Hauptsache aber ist, daß diese keine bloßen mathematischen Übungen zu sein brauchen, sondern mit großer Leichtigkeit und kostenlos durch das Experiment verwirklicht werden können, wenn nur die Galvanometerbank mit der Lichtzeignadel einmal vorhanden ist. Denn die Herstellung rechteckiger oder polygonaler Stromleiter ist weit leichter als die von Kreisleitern. Wie leicht läßt sich nicht aus dünnen Holzleisten mittels Messingstiften ein rechteckiger Rahmen nach bestimmten Maßen zusammenbauen! Legt man eine oder mehrere Windungen Haustelegraphendraht straff herum und dreht die freien Enden zusammen, so ist ein Leiter fertig, dessen Dimensionen sich bequem und genau messen lassen. Ein anderer Weg ist der, die Figuren aus Messingdraht von 3 mm Stärke zurecht zu biegen, indem man die Seiten auf dem gestreckten Drahte abteilt und an den durch Einfeilen bezeichneten und mit der Stichflamme

glühend gemachten Knickstellen so biegt, daß die stumpfen Kerbe nach innen kommen. Auch durch Voreinanderlöten der nach Maß abgeschnittenen Drahtstücke kann man sehr genaue Figuren erhalten. Die freien Zuleitenden werden mit Isolierband getrennt und zusammen umwickelt. Alle diese Figuren erhalten zweckmäßig dieselbe Weite wie der Kreisring, also in unserm Apparat 30 cm, und werden wie dieser am Schlitten der Galvanometerbank befestigt. Besonders übersichtlich werden die Versuche, wenn man den Ring zum Vergleich jedesmal mit einspannt.

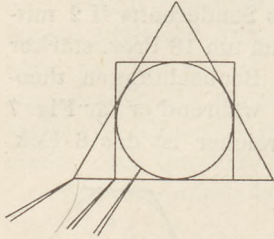


Fig. 17.

Ich habe, wie bereits in der früheren Abhandlung mitgeteilt worden, für den Hauptversuch einen Kreis, ein Quadrat und ein gleichseitiges Dreieck aus 2 mm-Messingdraht ein für allemal mittels Isolierband miteinander vereinigt, wie Fig. 17 zeigt. Diese gaben in der Nadelebene bei verschiedenen Gelegenheiten Ablenkungen, die sich wie 100:89,8:83,3 verhielten, also mit den oben mitgeteilten theoretischen Ziffern gut übereinstimmen.

Auch die Versuchsanordnungen Fig. 6 und 7 wurden verwirklicht und gaben Ablenkungen, die sich zu der des Kreises wie 100:12,0 bzw. 100:8,1 verhielten, während die obigen errechneten Ziffern sich verhalten wie 100:11,4:8,3. Daß auch bei den übrigen der angeführten Leiterformen die experimentellen Ergebnisse mit der Theorie übereinstimmen, soll bei nächster Gelegenheit festgestellt werden.

Man kann die Fragestellung aber auch umkehren: Welche Abmessungen muß ein Leiter vorgeschriebener Form haben, damit 1 cm Ablenkung einer bestimmten Stromstärke entspricht? Derartige Aufgaben erhalten bei Anfertigung von Galvanometern praktische Bedeutung. Es soll beispielsweise für unser Lichtzeigergalvanometer ein rechteckiger Multiplikator mit wenigen Windungen gemacht werden, so daß es Milliampere zeigt. Bedingung ist, daß die Innenmaße mindestens 5:10 cm sind, um die Nadel gerade bequem hineinstellen zu können. Wenn f den obigen Faktor, H die Horizontalintensität, n die Zahl der Windungen bedeutet, lautet die allgemeine Galvanometergleichung

$$i = \frac{10 H r \operatorname{tg} \alpha}{n f} \text{ Amp.}$$

$$r = n \frac{i f}{10 H \operatorname{tg} \alpha}.$$

Für unsern Fall wird (Fig. 16)

$$r = n \cdot \frac{0,001 \cdot 4,48}{10 \cdot 0,18 \cdot 0,005}$$

$$r = n \cdot 0,498.$$

Also wird ein Multiplikator mit 5 Windungen von 5:10 cm, das Instrument zu einem Milliamperemesser machen. —

Nun genug der Einzelheiten; wir sind am Ende unserer Entdeckungsfahrt in dies neue Gebiet des Experimentalunterrichts. Wir haben nach Überwindung des einhegenden Dornengürtels statt einer Wüste ein wegsames, fruchtbares Gelände gefunden. Selbst Schüler können eindringen und sich darin leicht zurechtfinden. Die heimgebrachten Ergebnisse sind lohnend gewesen. Zur Erreichung des Ziels sind zwar einfache und wohlfeile Apparate verwandt; aber sie entsprechen an Sicherheit und Schärfe dem Standpunkte neuester Wissenschaft und erfüllen außerdem alle besonderen Anforderungen des Experimentalunterrichts in vollem Maße. Messende Schulversuche sollen den Stempel wissenschaftlicher Herkunft an sich tragen. Es hieße die Ziele des höheren Unterrichts gänzlich verkennen, wenn man ungenaue Methoden und Apparate für zulässig erachtete, offensichtliche Fehlerquellen zuließe oder gar vertuschte. Der Forscher und Fachmann vermag, wie die klassischen Arbeiten von Coulomb oder

Biot-Savart zeigen, selbst mit unzureichenden Hilfsmitteln große Gesetze zu finden oder zu begründen. Vor Schüleraugen aber muß ein solches, in starrer Formel ausgedrücktes Gesetz heute in seiner ganzen Schärfe und Unbedingtheit deutlich und schnell aus den zu seiner Bestätigung vorgeführten Tatsachen hervorgehen. Daß diese Aufgabe unter Mitberücksichtigung schultechnischer Erwägungen ihre eigenen, oft sehr großen Schwierigkeiten bietet, wird niemand leugnen, der mitten in den Dingen steht. Sie muß und wird aber gelöst werden durch die zielbewußte Arbeit einer wissenschaftlich und fachmännisch durchgebildeten Lehrerschaft.

Versuche mit Papierkondensatoren.

Von

H. Lüdtke, Altona (Elbe).

1. Einleitung. Der Papierkondensator wurde bisher im Unterricht an unseren höheren Schulen wohl nur bei der Besprechung des Induktionsapparates von RUMKORFF flüchtig erwähnt. Es scheint, als wenn diesen Kondensatoren in der Elektrotechnik in Zukunft eine größere Bedeutung als bisher zukommen wird. Es ist bekannt, daß in der Theorie vom Wechselstrom der Kondensator eine große Rolle spielt, z. B. zur Erzielung von Resonanz nach der Gleichung $\tau = 2\pi\sqrt{LC}$, worin L Selbstinduktion und C Kapazität bedeutet. Es ist denkbar, durch Verwendung eines richtig bemessenen Kondensators den Leerlaufstrom in der Zuleitung zum Transformator und damit die Verluste in der Leitung zu vermindern.

In der Praxis war die Rolle, die diese Kondensatoren spielten, bisher eine viel bescheidenere. In der höheren Analysis für Ingenieure von PERRY, deutsch von FRICKE und SÜCHTING 1902, S. 279, wird der Grund hierfür in folgenden Worten angegeben: „Nun kostet ein Kondensator von nur 1 Mikروفarad oder 10^{-6} Farad schon einige hundert Mark. Nur ein ganz unpraktischer Mann kann daher im Ernste den Vorschlag machen, für den eben genannten Zweck einen Kondensator zu verwenden. Er würde Millionen kosten.“

Durch Herrn KRÖPLIN in Rellingen bei Hamburg bin ich kürzlich auf die Tatsache aufmerksam gemacht worden, daß die Firma MIX & GENEST in Berlin seit einiger Zeit Papierkondensatoren zu dem billigen Preise von 2,50—3,25 M das Stück in den Handel bringt; diese haben eine Kapazität von 2 Mikروفarad und sind dabei so klein, daß man sie bequem in eine Tasche stecken kann. Ein Kondensator von 707 (oder nach anderen 667) Mikروفarad, d. h. von der Kapazität der Erde, läßt sich daher zu dem Preise von etwa 1000 M beschaffen und würde keinen allzu großen Raum beanspruchen. Durch den billigen Preis dieser Apparate ist die Lösung mancher technischer Probleme wahrscheinlich gemacht, und auch für den physikalischen Unterricht ergibt sich ein billiges Anschauungsmittel von einigem Nutzen.

2. Bau und technische Verwendung der Kondensatoren. Die Kondensatoren bestehen nicht aus einzelnen Blättern von gefettetem Papier, zwischen denen Stanniolblätter liegen, sondern aus einer flachen Rolle von dünnem Papier-Stanniol-Papier-Stanniol, die mit Paraffin und Pech in eine Schutzhülle mit Anschlußklemmen eingebaut ist und äußerlich fast wie ein kleines, rechteckiges Trockenelement aussieht. Die Kondensatoren sind auf eine Spannung von 500 Volt geprüft und werden als Massenartikel in den Handel gebracht, da sie auf den Fernsprechämtern dazu benutzt werden können, Wechselströme „durchzulassen“, während sie gewöhnlichem Gleichstrom den Weg versperren.

Zur Demonstration dieser Verwendung kann man ein Telephon mit einem solchen Papierkondensator in Serie schalten, und zwar in üblicher Weise in die sekundäre Leitung des kleinen Transformators, dessen primäre Leitung dem Mikrophonstromkreise angehört. Es zeigt sich, daß durch den Kondensator die Übertragung akustischer Laute nicht verhindert wird.

3. Versuche mit Wechselstrom. Man kann ferner den von einer kleinen Wechselstrommaschine oder von einem Gleichstrom-Wechselstromumformer gelieferten Wechselstrom zu einigen Versuchen mit diesen Kondensatoren benutzen. Schaltet man einen Kondensator von größerer Kapazität mit einer Wechselstromklingel in Reihe, so tönt die Glocke. Ebenso kann man durch Wechselstrom ein kleines Glühlämpchen zum Leuchten bringen, das mit dem Kondensator in Serie geschaltet ist. Die Helligkeit der Lampe nimmt zu, wenn statt 2 Mikrofarad 4, 6 oder noch mehr eingeschaltet werden. Hieraus ergibt sich, daß der Kondensator als ein Widerstand aufgefaßt werden kann, der um so größer ist, je kleiner die Kapazität ist. Da die Helligkeit des Lämpchens auch mit der Tourenzahl der Maschine oder des Umformers zunimmt, so ist klar, daß der Wechselstromwiderstand eines Kondensators gleich

$\frac{1}{\omega C}$ gesetzt werden kann, wenn C die Kapazität bedeutet, und $\omega = 2\pi n$ ist, wobei auf den Faktor 2π hier nicht weiter eingegangen werden kann. Wird dem Kondensator nebst Glühlämpchen ein Toroid von nicht zu kleinem Selbstinduktionswiderstand parallel geschaltet, so leuchtet das Lämpchen heller; ein Lämpchen in Serie mit einer Selbstinduktion leuchtet ebenfalls heller, wenn dem Zweige eine größere Kapazität parallel geschaltet wird. Kapazität und Selbstinduktion beeinflussen sich also.

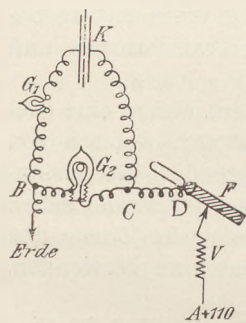


Fig. 1.

4. Benutzung des Anschlusses. In Ermangelung eines Wechselstromerzeugers ist folgende Anordnung zu Kondensatorversuchen empfehlenswert. Benutzt wird der elektrische Anschluß von 110 oder 220 Volt. K in Fig. 1 ist ein möglichst großer Kondensator, G_1 ein kleines Glühlämpchen, G_2 eine gewöhnliche Glühlampe von 16 oder 32 Kerzen, F eine Feile, V ein Vorschaltwiderstand. Wird der Zuleitungsdraht D schnell über die Feile bewegt, am besten hin- und herbewegt, so leuchtet das Lämpchen G_1 , weil K abwechselnd geladen und im Falle der Nichtberührung bei D durch $G_1 B G_2 C$

entladen wird. Der Einfluß der Größe der Kapazität, der Schnelligkeit der Bewegung und der Größe des Vorschaltwiderstandes ist durch den Versuch festzustellen.

5. Induktor-Kondensatoren. Leider ist das Isolationsvermögen der billigen Kondensatoren von Mix & Genest nicht hinreichend, um bei Funkeninduktorien in allbekannter Weise Verwendung finden zu können. Bei einem Versuche wurde ein solcher nach kurzer Zeit durchschlagen; es ließ sich beim Auseinandernehmen des Kondensators der obere schadhafte Teil abwickeln und der Rest als kleiner Kondensator noch weiter verwenden. Aber auch Kondensatoren für Induktionsapparate sind heute nicht mehr unerschwinglich teuer, da sie nach einem ähnlichen Verfahren wie die obigen hergestellt werden. Ich benutze einen solchen von 1 Mikrofarad Kapazität seit längerer Zeit, der nach Angabe des Fabrikanten 6000 Volt vertragen soll. Das Durchschlagen des auf 500 Volt geprüften Kondensators beim Betriebe des Induktoriums mit weniger als 20 Volt Spannung zeigt zunächst die hohe Spannung des Extrastromes an.

Induktionsapparate neuerer Konstruktion, bei denen die Zuleitung zum Kondensator frei ist, so daß er ein- und ausgeschaltet werden kann, gestatten Versuche, durch die gezeigt wird, daß ein passend gewählter Kondensator für die Erzielung

einer großen Funkenlänge von Vorteil ist; Walterschaltung. Die Anschaffung eines teuren Kondensators kann daher auch lohnend erscheinen.

Die vom Unterbrecher nach dem Kondensator führenden Drähte werden natürlich von intermittierenden Strömen, Lade- und Entladeströmen durchflossen; diese können zu verschiedenen Versuchen, die mit Wechselstrom gewöhnlich ausgeführt werden, Benutzung finden. Dünner eingeschalteter Draht wird erwärmt, ein Glühlämpchen zum Leuchten gebracht; beim Einschalten einer kleinen Selbstinduktion mit verschiebbarem Eisenstab ändert sich das Leuchten der Lampe, und andere Versuche.

6. Induktor und Kondensator in Serie. Wird ein Kondensator von mehreren Mikrofarad, es genügen die auf 500 Volt geprüften von Mix & Genest, auf 220 Volt geladen und durch die Primärspule eines Ruhmkorff hindurch entladen, so erhält man an den Polen der Sekundärspule Funken; bei 1 Mikrofarad Kapazität erhielt ich an einem größeren Induktor über 1 cm, bei 5 Mikrofarad mehr als 3 cm Funkenlänge.

Für den Unterricht sind diese Versuche von Interesse, weil man mit ihrer Hilfe eine ungefähre Schätzung der Zeitdauer des Entladungsschlages vornehmen kann. Beim Einschalten eines kontinuierlichen Stromes von 220 Volt und passend gewählter Stromstärke kann man infolge des Extrastromes eine ähnliche Funkenlänge wie beim Entladen des Kondensators erhalten. Die beim Entladen erhaltene maximale Stromstärke läßt sich also ungefähr schätzen, aus der mittleren Stromstärke läßt sich dann, da die Menge in Coulomb bekannt ist, die Zeit der Entladung annähernd beurteilen. Ein genaueres Eingehen würde hier zu weit führen.

Wird noch eine größere Selbstinduktion bei der Entladung eingeschaltet, so wird die Funkenlänge kürzer; ich benutzte hierbei ein Toroid, einen ringförmigen Elektromagneten, und beobachtete, daß die oben erwähnte Funkenlänge von 3 cm auf den dritten Teil herabgedrückt wurde. Die Erscheinung läßt sich nur so erklären, daß die Zeit der Entladung erheblich länger geworden ist; die entladene Elektrizitätsmenge ist dieselbe gewesen, 1:1000 Coulomb. Die Induktion ist der Änderung der Stromstärke in der Zeiteinheit proportional, die Stromkurve des Entladestromes des Kondensators muß weniger steil als vorher gewesen sein, d. h. die Entladezeit war größer. Die Elektrizität fließt also nicht momentan durch einen Draht, die Windungen des Toroids verzögern die Entladung.

Benutzung der Kondensatoren im Anfangsunterricht des Galvanismus.

7. Funken. Wird einer unserer Papierkondensatoren oder noch besser eine Batterie solcher durch Berühren der Polklemmen mit den Enden der Zuleitungsdrähte vom elektrischen Anschluß auf 110 oder 220 Volt geladen, so kann man nach Entfernung der Zuleitungsdrähte den Kondensator mit einem Drahte, der von einer Klemme zur andern geführt wird, entladen und erhält einen Funken, der zwar klein, aber deutlich zu sehen ist und einiges Geräusch verursacht; natürlich ist die Wirkung um so größer, je größer die Kapazität ist. War die Berührung mit dem entladenden Drahte nur flüchtig, so erhält man bei Wiederholung des Versuchs einen schwächeren kleinen Funken, ganz wie bei der Entladung von Leidener Flaschen. — Dieser Versuch ist im Anfangsunterricht recht zweckmäßig, da er den Übergang von der Reibungselektrizität zum Galvanismus vermittelt.

8. Physiologische Wirkungen. Ebenso erscheint es mir notwendig, einige physiologische Wirkungen, die in der Lehre von der Reibungselektrizität eine so große Rolle spielen, gleich anfangs im Galvanismus zu demonstrieren. Die Entdeckungen Galvanis knüpfen an derartige Wirkungen an, es erscheint mir daher nicht richtig, von den physiologischen Wirkungen nur, wie es heute fast regelmäßig geschieht, zu erzählen; sie müssen den Schülern vorgeführt werden.

K in Fig. 2 ist ein Papierkondensator, W_1 und W_2 sind zwei Porzellan- oder Steingutwannen, wie sie zum Entwickeln photographischer Platten dienen; in diese gießt man Leitungswasser und stellt irgendwelche Blechelektroden behufs Zuleitung

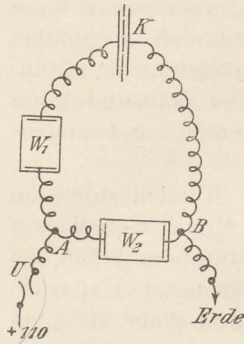


Fig. 2.

der Elektrizität hinein. Hält man nun zwei gespreizte Finger derselben Hand in eine dieser Wannen, so kann man die physiologische Wirkung untersuchen. Wird bei U dauernde Berührung hergestellt, so empfindet man in W_2 die Gleichstromwirkung; wird der Zuleitungsdraht bei U beständig genähert und entfernt, so beobachtet man die weit kräftigere Wechselstromwirkung in W_2 , die Finger sind nur wenig zu spreizen. In W_1 verspürt man beim Laden und Entladen des Kondensators eine Wirkung, erstere, wenn bei U Berührung hergestellt wird, letztere, wenn diese aufgehoben wird; bei kontinuierlichem Gleichstrom merkt man hier nichts. Natürlich kann man auch den Kondensator, wie oben mitgeteilt, am

Anschluß laden und durch einen Draht unter Einschaltung der Wasserwanne W_1 entladen; besonders wenn die Finger in W_1 von einer Elektrode zur andern gespannt sind, ist die Wirkung erheblich.

9. Elektroskopversuche. Auf Elektroskopversuche, die im Anfangsunterricht gleichzeitig mit den soeben besprochenen Versuchen bei der Einführung in den Galvanismus vorzunehmen sind, kann ich hier nicht eingehen. Erwähnen möchte ich nur, daß für Versuche mit dem Voltaschen Kondensator ein Stück der isolierenden Papierschicht aus einem auseinandergenommenen Papierkondensator bei nicht allzu kleinen Potentialdifferenzen als Zwischenmittel brauchbar ist, ebenso wie irgend ein Stück Papier, das etwa mit Paraffin getränkt ist; ein Hinweis, der vielleicht nicht ganz überflüssig ist.

10. Galvanoskopversuche. Bei Besprechung der magnetischen Wirkungen eines elektrischen Stromes ist es naheliegend, auch die Wirkung des Momentanstromes beim Laden oder Entladen eines größeren Papierkondensators zu untersuchen. Leitet man den Strom in einem einfachen Drahte an einer Magnetnadel vorbei, so beobachtet man keine Einwirkung, ebenso fast nichts bei einem Galvanoskop aus wenigen Windungen dicken Drahtes. Wohl aber erzielt man erhebliche Ausschläge, wenn ein Galvanoskop aus vielen Windungen dünnen Drahtes benutzt wird, und die Magnetnadel recht empfindlich ist. Ich gebrauche im Unterricht einfache Vertikalgalvanoskope; als Magnet dient eine magnetisierte Nähnadel, die durch ein Korkstückchen gesteckt ist; senkrecht zur Nadel sind als Drehachse zwei Drahtstückchen in den Kork gesteckt, die auf der Fassung des Multiplikatorgewindes ruhen; als Zeiger dient ein Strohhalme oder ein Papierstreifen an dem Kork. Der Ausschlag ist beim Laden des Kondensators auf 220 Volt umgekehrt wie beim Entladen und natürlich um so größer, je größer die Kapazität ist. Schickt man taktmäßig den Entlade- und Ladestrom durch das Galvanoskop, so gerät die Nadel in große Schwankungen. Berührt man beim Entladen des Kondensators die Galvanoskopklemme nur flüchtig, so zeigt sich bei wiederholter Berührung noch ein kleiner Ausschlag infolge des Rückstandes. Beim Laden beobachtet man Ähnliches, da ein Teil der Ladung in den Isolator hineinkriecht.

Schaltet man in Fig. 1 statt des Glühlämpchens G_1 ein Galvanoskop ein, so erhält man keinen Ausschlag, wenn das Drahtende D schnell über die Feile F weg bewegt wird. Eine Wechselstromklingel statt G_1 , die ja auch einen polarisierten Anker hat, tönt ebenfalls nicht bei sehr schnellem Stromwechsel. Wohl aber erhält man an einem Amperemeter oder Voltmeter Ausschläge, wenn es sich um Weicheiseninstrumente handelt.

Wird in Fig. 3 der Draht möglichst schnell zwischen den Nägeln A und B hin-

und herbewegt, so zeigt das Galvanoskop einen dauernden Ausschlag, da ähnlich wie bei dem Versuch mit der schnell vibrierenden Wippe von Werner Siemens nur der Lade- bzw. Entladestrom das Galvanoskop durchfließt.

Man kann so die Unterschiede zwischen Stromstoß und kontinuierlichem Strom, zerhacktem Gleichstrom und Wechselstrom im Anfangsunterricht erläutern.

11. Einführung der Maßeinheiten im Galvanismus. Lädt man $K = 5$ Mikrofarad auf rund 200 Volt, so hat man, da 1 Mikrofarad $= 10^{-6}$ Farad ist, eine Elektrizitätsmenge von 1:1000 Coulomb. Fließt diese Menge in 1 Sekunde durch einen Draht, so würde dies bei gleichförmigem Fließen auch 1:1000 Ampere Stromstärke geben.

Wird der Kondensator aber schon in 1:1000 Sekunde entladen, so bedeutet dies 1 Ampere Stromstärke. H in Fig. 3 muß 1000 mal hin- und herbewegt werden, damit 1 Coulomb durch G fließt. Die Papierkondensatoren sind also zur Veranschaulichung der Begriffe Mikrofarad, Coulomb, Ampere unentbehrlich. Da bei manchen der obigen Versuche, z. B. bei dem Leuchten von G_1 in Fig. 1, eine nicht unerhebliche Stromstärke beobachtet ist, so kann daraus auf die geringe Zeit, die zum Laden oder Entladen nötig ist, geschlossen werden. Die Entladung durch einen kurzen Draht erfolgt in sehr kurzer Zeit, liefert also erhebliche Stromstärken. Warum wird trotzdem eine Magnetnadel dadurch nicht abgelenkt, obwohl ein ähnlicher kontinuierlicher Strom dies tut?

12. Chemische Wirkungen. Ersetzt man das Galvanoskop G in Fig. 3 durch einen Polsucher, Salpeterlösung nebst Phenolphthalein in U-förmiger Röhre, so beobachtet man schon nach einigen mit H ausgeführten Bewegungen an der negativen Elektrode Rotfärbung. Befindet sich der Polsucher in dem Zweige BC , so ist die Wirkung durch den Entladestrom eine ähnliche. Ist der Polsucher in HK eingeschaltet, so wird er von Wechselströmen durchflossen. Ich habe gefunden, daß bei diesem letzten Versuch immer der Ladestrom etwas überwiegt; ein Teil der Ladung gleicht sich also nicht durch BC aus.

Nach dem Gesetz von Faraday ist die chemische Wirkung der transportierten Elektrizitätsmenge proportional. Wird in der Anordnung, Fig. 3, der Hebel H je zehnmal hin- und herbewegt, einmal bei Einschaltung eines Vorschaltwiderstandes, das andere Mal ohne diesen, so fließt durch den Polsucher G in beiden Fällen dieselbe Elektrizitätsmenge, die Rotfärbung muß also gleich kräftig sein; dies ergab sich auch beim Versuch.

13. Messung von Kapazitäten in Schülerübungen. Es unterliegt keinem Zweifel, daß überall da, wo in Schülerübungen einfache Widerstandsmessungen mit der Wheatstone'schen Brücke ausgeführt werden, in Zukunft auch ähnliche Messungen von Kondensatorkapazitäten nach Fig. 4 vorgenommen werden. Dabei ist irgend eine intermittierende Stromquelle und in der Brücke FD ein Telefon zu benutzen. Der Strom kann z. B. durch eine elektrische Schelle ohne Glocke geliefert werden, indem man von beiden Seiten des Unterbrechungsfunkens Drähte nach A und B in Fig. 4 führt. Als Freihandversuch kommt auch die Messung ohne Hörrohr mit Benutzung der physiologischen Wirkung in Frage; bei D wird in die Wasserwanne AB die Spitze eines Fingers getaucht, um dessen Basis der Draht FD gewickelt ist. Das

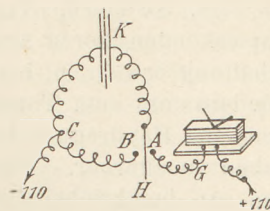


Fig. 3.

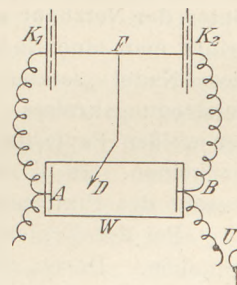


Fig. 4.

Minimum der Wirkung tritt bekanntlich ein, wenn $K_1 : K_2 = \frac{1}{w_3} : \frac{1}{w_4}$ oder hier $K_1 : K_2 = \overline{BD} : \overline{AD}$, denn die Kapazität ist einem Widerstande gewissermaßen um-

gekehrt proportional. — Es wäre wünschenswert, wenn die Induktor-Kondensatoren mit genauer Angabe ihrer Kapazität in den Handel gebracht würden, damit sie für einfache Messungen benutzt werden könnten.

14. Schluß. Von zahlreichen weiteren Versuchen, die mit Benutzung von Papierkondensatoren ausgeführt werden können, will ich nur noch kurz die DUDDELSCHALTUNG erwähnen, bei der eine Bogenlampe durch Parallelschalten eines Papierkondensators zum Tönen gebracht wird. Überall, wo man elektrischen Anschluß und eine Handregulierbogenlampe besitzt, ist die Schaltung ohne nennenswerte Ausgaben ausführbar. Die Versuche sind z. B. in Weilers Physikbuch I 283 und 284 genauer beschrieben; man arbeite mit großem Vorschaltwiderstand und kleinem Lichtbogen.

Vergleiche der neueren kleinen Papierkondensatoren mit älteren regen zu Betrachtungen über $C = \eta \cdot \frac{F}{4\pi d}$ an. Daß der Widerstand einer Kapazität $\frac{1}{\omega C}$ ist, daß $e = CV$ und $\tau = 2\pi\sqrt{LC}$ ist, läßt sich durch Versuche erläutern, bei denen die Lichtwirkung wie in Fig. 1, die physiologische Wirkung, die Wirkung auf ein Galvanoskop oder auch die Duddelschaltung benutzt werden kann. Ebenso sind Versuche über Schaltung von Kondensatoren und zur Erläuterung des Vorauseilens der Stromstärke um 90° vor der Spannung ausführbar, die Besprechung würde hier aber zu weit führen. Einiges davon vielleicht in einem späteren Artikel.

Über Abblendungserscheinungen.

Von

Dr. E. Koch in Kiel.

Im 16. Jahrgang dieser Zeitschrift, S. 157 f., bespricht J. JUNG eine Erscheinung, die er „ein Gegenstück zum Sehen mittels enger Öffnungen“ nennt. Es handelt sich dabei um folgendes.

Man bringe auf einer weißen Papierfläche einen schwarzen Fleck an und akkommodiere auf einen Punkt hinter der Fläche, was bei einiger Übung ohne Hilfe eines wahrnehmbaren Fixierpunktes geht. Der Fleck erscheint in einem Zerstreuungskreis — wie richtig hinzugefügt wird: „eine Folge des Entstehens eines reellen Bildpunktes hinter der Netzhaut und der Begrenzung des Strahlenganges durch die runde Pupille“. Bringt man eine Nadel zwischen Papierfläche und Auge, so sieht man nach JUNG diese Nadel „sonderbarerweise weiß und verkehrt im dunkeln Kreisfelde“ des Zerstreuungskreises. Akkommodiert man andererseits auf einen Bereich zwischen der weißen Papierfläche und dem Auge, so soll nach ihm das Nadelbild aufrecht erscheinen. In diesem Fall sei es gleichgültig, ob die Nadelspitze diesseits oder jenseits des Fixierpunktes liege.

Bei der Erklärung denkt sich JUNG die Nadelspitze von vielen feinen Öffnungen umgeben. Durch jede findet eine Abbildung der Papierfläche mit dem schwarzen Fleck statt. Schließlich reihen sich die Bilder des schwarzen Flecks um ein der Nadelspitze ähnliches Gebiet auf der Retina, das selbst allen lichtschwachen Netzhautbildern des weißen Schirms gemeinsam, daher vollkommen weiß ist. Die Schwärze der umgebenden Bilder dagegen kann keine völlige sein, da sie teilweise vom Weiß überdeckt wird. Ähnlich werden die Fälle, in denen Papierschirm oder Nadelspitze jenseits des Fixierpunktes gerückt sind und in denen ein aufrechtes Bild der Nadelspitze sich ergeben soll, gedeutet.

Ebensowenig wie in einer früheren Abhandlung über „Das Sehen mittels enger Öffnungen¹⁾“ berücksichtigt JUNG in dieser Abhandlung die Strahlenbegrenzung und macht anstatt dessen die künstliche Annahme feinsten Öffnungen in der nächsten Umgebung der Nadel. Wir werden deshalb vor allem eine Konstruktion des Strahlenganges zu geben haben, die jenem Moment gerecht wird. Im Anschluß an die schematisierende Konstruktionsweise hat JUNG auch die Beschreibung der Tatsachen wesentlich vereinfacht. Freilich kann nicht alles bei dem reichen Wechsel, den die sog. Aberrationen in sie hineinbringen, zur Sprache kommen; doch mag wenigstens nach einigen Richtungen hin eine Ergänzung der Beobachtungen sich anschließen. Zunächst also die Erklärung der mitgeteilten Erscheinung in ihrer einfachsten Form.

P.-E. sei die Ebene der Pupille. Der Abkürzung wegen sind Eintritts- und Austrittspupille²⁾ zusammengedrückt. OO_1 sei der Durchmesser des Flecks auf dem weißen Karton. Seine Abbildung gibt $O'O_1'$ an. Da das Auge nicht auf den Fleck eingestellt ist, sondern auf eine Ebene links von ihm, so kommt als Bildebene eine Ebene in Betracht, die links von $O'O_1'$ liegt und in der Fig. 1 mit *B.-E.* bezeichnet ist. An ihrer Stelle hat man sich — wenn der Versuch subjektiv angestellt wird — die Retina zu denken. Die Dicke der Nadel *N* ist klein gegenüber dem Blenden-

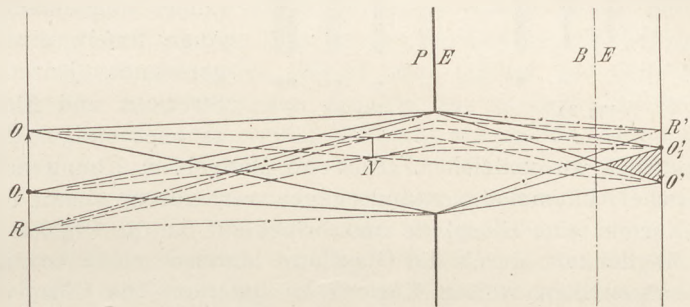


Fig. 1.

durchmesser. In der Bildebene liegt ein Zerstreungsbild von OO_1 . Der in der Figur ausgeführte Strahlengang ermöglicht eine Rechenschaft darüber, wo die einzelnen Punkte des Flecks, von denen aus wir uns der Einfachheit wegen „dunkle“ Strahlen ausgehend denken können, abgebildet werden, auch darüber, welche von den „dunklen“ Strahlen *N* in jeder beliebigen Stellung abblenden muß. Für die Randpunkte *O* und O_1 ist die Ablendung angegeben. Dadurch ist der gesamte Ablendungsbezirk für eine beliebige Stellung von *N* umgrenzt. Aus der Figur geht unmittelbar hervor, daß ein Punkt aus der weißen Umgebung des Flecks, etwa *R*, dessen Bild in R' liegen würde, bei bestimmten Stellungen von *N* noch hinreichend Strahlen ausschickt, um sich dort, wo im Zerstreungsbilde auf der Bildebene die „dunklen“ Strahlen abgeblendet werden, als weißer Fleck geltend machen zu können. Man verfolge das für verschiedene Punkte *R*. Jedes Strahlenbündel, das von einem Punkte *R* kommt, wird dabei in zwei Teile zerlegt, von denen bei einer bestimmten Einstellung nur einer, vielleicht auch der nicht ganz, zur Bildung des weißen Streifens beitragen kann. Für die in der Fig. 1 angenommene Lage von *N* und für die dortige Einstellung würden fast nur Strahlen, die den Zentralstrahl geschnitten haben, in Betracht kommen. Die andern, die den Zentralstrahl nicht schneiden (in der Ebene der Figur oberhalb von *N*), liegen schon außerhalb des Ablendungsbezirks im Zerstreungsbilde von OO_1 , teilweise sogar außerhalb des Zerstreungsbildes selbst.

Das weiße „Bild“ der Nadel ist also eine Folge der Ablendung, die durch die Strahlenbegrenzung in bestimmter Weise reguliert wird. Bestimmte „dunkle“ Strahlen

¹⁾ Diese Zeitschr. XIII.

²⁾ Beim Auge ist die Eintrittspupille oder das Bild, das die Cornea von der wirklichen Pupille entwirft, um $\frac{1}{8}$ größer als diese und liegt von ihr 0,57 mm nach vorn. Die Austrittspupille oder das Bild, das die Augenlinse von der wirklichen Pupille entwirft, ist bei Akkommodationsruhe um $\frac{4}{18}$ größer als sie und liegt 0,112 mm hinter ihr.

im Zerstreuungsbilde fallen fort, an ihrer Stelle treten andere — aus der Umgebung des Flecks — um so mehr hervor. Dort, wo kein Ablendungsbezirk für die „dunklen“ Strahlen besteht, und wo nicht zugleich „weiße“ Strahlen Zugang haben, kann auch keine Ablendungserscheinung auftreten. Das weiße „Bild“ ist dabei nicht das Bild der Nadel im gewöhnlichen Sinn des Wortes. Das ist als graues Zerstreuungsbild noch außer jener Ablendungserscheinung sichtbar, worauf Jung nicht hinweist. In Fig. 1 ist es nicht mitgezeichnet worden. Man erhält es, wenn man sich die Ebene denkt, in der das scharfe Bild von N liegen muß, und nach den Punkten dieses Bildes von den Rändern der Blende die Strahlen zieht. Die Durchstoßungspunkte dieser Strahlen in der $B.-E.$ bestimmen den Umfang des eigentlichen Zerstreuungsbildes der Nadel.

Um etwas genauer in die Einzelheiten der Erscheinungen einzudringen, benutzen wir die Strecken und Flecke der Fig. 2a und führen eine Nadel langsam am Auge vorbei. Der Einstellungsfehler sei, wie bisher immer angenommen wurde, positiv, d. h. das Auge fixiere einen Punkt, der, von ihm aus gerechnet, jenseits des Schirmes mit seinen Strecken und Flecken liegt. Meistens gelingt es nach einiger Übung, diese Einstellung will-

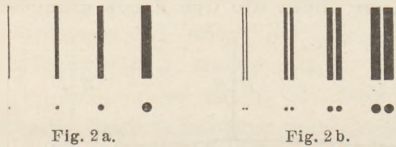


Fig. 2 a.

Fig. 2 b.

kürlich zu vollziehen. Dort wo Mangel an Übung oder andere Faktoren willkürliche Akkommodationsänderungen verhindern, nimmt man am einfachsten statt des Kartons eine Glasplatte und bringt auf ihr die Objekte an. Das Auge hat dann die Möglichkeit, durch die Glasplatte hindurch einen bestimmten Punkt eines hinter ihr aufgestellten weißen Kartons zu fixieren. Die Glasplatte halte man ungefähr $\frac{1}{2}$ m von sich entfernt.

Aus der Mannigfaltigkeit der Erscheinungen heben wir nur das Notwendige heraus. Die Nadel bewege sich von rechts nach links am Auge vorbei. Sehen wir Fig. 1 als Horizontalprojektion an, so würde N von oben nach unten auf der Zeichenebene verschoben zu denken sein.

Zunächst scheint der linke Rand des Bildes wegzuschrumpfen. Die Nadel blendet „dunkle“ Strahlen¹⁾, die von O_1 ausgehen, ab, also Strahlen, die innerhalb des Auges den Zentralstrahl nicht schneiden. An dieser Stelle der Netzhaut können nun die „weißen“ Strahlen aus der Nähe von O_1 zu ungehemmter Wirkung gelangen. Vielfach bemerkt man zugleich mit der Schrumpfung des Randes eine Vertiefung des Grau an derselben Seite der Objekte; besonders bei Objekten größerer Dicke tritt sie deutlich hervor. Das rührt daher, daß an dieser Stelle die Ablendung der „weißen“ Strahlen aus der Umgebung von O_1 am größten ist. Rückt die Nadel weiter vor, so entsteht auf der linken Seite der Objekte eine feine graue Linie, die vom Rest des Zerstreuungsbildes der Objekte durch einen fast weißen Streifen getrennt ist. Die Ablendungserscheinung ist in diesem Stadium zur vollen Entwicklung gelangt. Auf den ersten Blick erscheint es überraschend, daß nicht zugleich auf der rechten Seite des Objekts eine ähnliche Erscheinung auftritt. Aber auch hierfür entnimmt man der Figur sehr bald die Erklärung. Die „weißen“ Strahlenbündel, die aus Punkten der weißen Umgebung von O hervorgehen, werden ebenso wie die von O_1 eintreffenden durch die Einführung der Nadel in 2 Teile zerlegt. Nun fallen aber in der Hauptsache nur die Teile, die den Zentralstrahl schneiden und zunächst sehr klein sind, auf den Ablendungsbezirk im Zerstreuungsbilde von $O O_1$. Zugleich überdecken sie teilweise die Bündel, die von O_1 herrühren und den Zentralstrahl schneiden. So entsteht nur ein einziger weißer Eindruck als Folge der Ablendung. Die Strahlenbündel von O andererseits, die den Zentralstrahl nicht

¹⁾ Die Ausdrucksweise ist wohl ohne weiteres verständlich.

schneiden und mächtig genug wären, eine Abblendungserscheinung hervorzurufen, liegen sehr bald außerhalb des Abblendungsbezirkes, bleiben also unwirksam.

Rückt N an der Pupille vorbei, so bewegt sich der weiße Streifen in entgegengesetztem Sinn über das Zerstreungsbild der Objekte¹⁾, links immer mehr, rechts immer weniger von Grau eingefasst. Bei diesem Wandern gesellen sich zu den „weißen“ Strahlen aus der Nähe von O_1 immer mehr von solchen aus der Umgebung von O hinzu. Für die neu eintretenden fallen bisher wirksame aus, und so scheint der Streifen während des Wanderns derselbe zu bleiben.

Benutzt man die kräftigeren Objekte, so stellen sich sehr bald beim Beginn der Nadelbewegung zwei weiße Streifen ein, die eine tief geschwärzte Mittellinie zwischen sich lassen und nach außen von dünnen grauen Resten des Zerstreungsbildes begrenzt sind²⁾. Der erste ist der bisher beschriebene, der zweite bildet sich auf der rechten Seite des Eindrucks, um nach seiner vollen Entwicklung im festen Abstände vom ersten und in gleicher Richtung wie er, also entgegengesetzt der Nadelbewegung, vorwärtszurücken. Dabei wandert der linke Streifen nicht ganz über das Zerstreungsbild hinweg. Je nach dem Durchmesser der Objekte verflüchtigt er sich an einer Stelle des Zerstreungskreises. Wählt man endlich die Objekte noch größer, vielleicht noch größer als die größten der Fig. 2a, so treten die Abblendungserscheinungen zunächst nur an der rechten Seite auf, um zu verschwinden, und erst lange nachher tauchen sie auf der linken Seite auf. Bei diesen größeren und größten Durchmessern wachsen die Zerstreungsbilder immer mehr. Denkt man sich dementsprechend die Strahlen auf der Bildseite immer divergenter, so wird die Bildebene schließlich in das schraffierte Dreieck der Fig. 1 fallen, in das bei jeder nur möglichen Lage von N weder aus der Umgebung von O noch aus der von O_1 Strahlen gelangen können. Daher die tiefe Schwärze dieser Bezirke. Tritt nun die Nadel vor die Pupille, so wirken jetzt die „weißen“ Strahlen, die früher aneinander grenzten und teilweise sich überdeckten, getrennt. An dem Durchschnitt des schraffierten Dreiecks mit der Bildebene finden sie eine Grenze, bis zu der sie sich beiderseits entwickeln können, an der sie aber bei weiterem Vorrücken der Nadel verschwinden müssen. Trotz des auch im Dreieck bestehenden Abblendungsbezirkes kann in ihm keine Abblendungserscheinung auftreten, weil die „weißen“ Strahlen keinen Zutritt haben. Man beobachtet dieses Stadium am besten, wenn die Nadel gerade mitten vor der Pupille steht, und die Durchmesser nur so groß sind, daß das Zerstreungsbild der Nadel das des Objekts voll überdeckt. Daran hat man ja ein Zeichen dafür, daß von allen Teilen des Objektbildes bestimmte Strahlen abgeblendet werden. Werden endlich die Durchmesser der Objekte sehr groß, so deckt die Nadel bei ihrem Vorbeigehen zunächst nur Teile der rechten Objektseite ab. Die Strahlenbündel, die von O_1 ausgehen, werden von ihr nur in solchen Partien getroffen, die außerhalb der Eintrittspupille auftreten. Man erkennt das sofort daran, daß das Zerstreungsbild der Nadel nur vor der rechten Seite des Objektbildes erscheint. Der Abblendungsbezirk liegt jetzt ganz einseitig auf der rechten Seite des Objekts. Wo aber keine „dunklen“ Strahlen abgeblendet werden, kann auch keine Abblendungserscheinung auftreten³⁾.

Macht man den Blendendurchmesser sehr klein, indem man während des Versuchs eine Karte mit kleiner Öffnung vor das Auge hält, so fallen die weißen Streifen

¹⁾ Unter Zerstreungsbild schlechthin verstehen wir von jetzt an immer das der Objekte, niemals das der Nadel.

²⁾ Die beiden Streifen erhält man ebenfalls bei objektiver Untersuchung der Abblendungserscheinungen.

³⁾ Man berücksichtige, daß in Fig. 1 Pupillendurchmesser und Dicke der Nadel relativ groß angenommen sind.

vollständig fort. Die Strahlenkegel sind sehr schmal geworden, das Bild von $O O_1$ auf der Bildebene deshalb sehr scharf. Der Abblendungsbezirk für N ist beschränkt, wie Fig. 3 zeigt. Für seine Punkte ist — im Gegensatz zu früher — die Abblendung

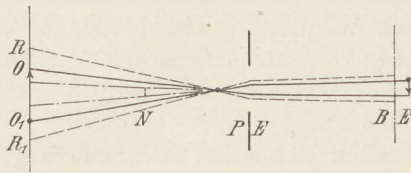


Fig. 3.

fast eine totale. Ebenso scharf begrenzt sind aber auch die Bilder von R und R_1 ¹⁾. Die „weißen“ Strahlen finden also keinen Zutritt in den Abblendungsbezirk. Damit ist den Abblendungserscheinungen jede Möglichkeit des Entstehens genommen.

Ganz ähnliche Erscheinungen treten auf, wenn man die Versuche mit den runden Flecken anstellt. Sind deren Durchmesser groß — größer als die in Fig. 1a angegebenen — so tritt deutlich eine Formänderung des weißen Streifens auf: er wird mehr und mehr sichelförmig. Schließlich erhält man 2 Sichel, von denen eine, die linke, sich im Inneren des Zerstreuungsbildes der Objekte verliert. Die Sichelform ist wiederum ein deutlicher Beleg dafür, daß man in den weißen Streifen kein eigentliches Bild der Nadel suchen darf. Zu ihrer Erklärung bedarf es nur der Berücksichtigung des Strahlengangs infolge seiner Begrenzung durch die Pupille. Denken wir uns die Nadel so weit vor dem Auge verschoben, daß ihr Zerstreuungsbild nahe am linken Rand des Flecks erscheint, so werden „schwarze“ Strahlen, die von Punkten der Geraden $N N$ und deren näherer Umgebung herrühren (Fig. 4a),

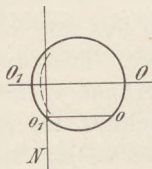


Fig. 4a.

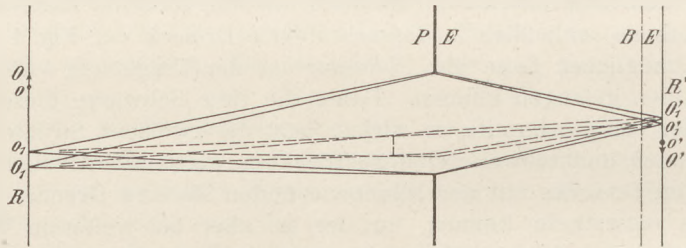


Fig. 4b.

abgeblendet. In Fig. 4b bedeuten nun $P-E$ und $B-E$ wieder wie früher die Horizontalprojektionen der Pupillen- und Bildebenen. Das Objekt, der Fleck, ist einmal in seinem größten Durchmesser $O O_1$, dann in einem tiefer gelegenen Schnitt $o o_1$ gezeichnet. Zunächst fassen wir die Erscheinungen ins Auge, die sich für den Durchmesser $O O_1$ ergeben müssen. In diesem Fall können nur „weiße“ Strahlen links von O_1 , also etwa von R , sich zur Geltung bringen. Handelt es sich dagegen um die Breite $o o_1$, so liegen schon dort, wo vorher O_1 sich befand, Ausgangszentren für Kegel „weißer“ Strahlen. Im ersten Fall ist ferner der Abblendungsbezirk größer als im zweiten. Es sind also alle Bedingungen dafür gegeben, daß jedesmal die Netzhaut in anderen Punkten die Abblendungserscheinung erfährt. Denken wir nun das Gesamtbild durch die Pupillenmitte nach außen projiziert, so muß der „weiße“ Streifen im Niveau $O O_1$ mehr nach links fallen als der im Niveau $o o_1$, d. h. der weiße Streifen erhält eine Sichelform, so ungefähr wie sie die gestrichelte Linie in 4a angibt.

Die Beobachtungen, die wir mitteilten, erhalten im feineren Detail für jeden Beobachter individuelle Abänderungen infolge der Aberrationen, der monochromatischen wie der chromatischen. Schon die relativ einfache Erscheinung des Zerstreuungskreises wird durch sie zu etwas ganz anderem, als man in der Regel mit dem Wort meint. Die Verteilung von Hell und Dunkel — es handelt sich zunächst

²⁾ Weshalb die Nadel, wenn sie durch eine enge Öffnung betrachtet wird, vergrößert erscheint, hat Helmholtz dargestellt. Handbuch der physiologischen Optik, 2. Aufl. 1896, S. 119.

um die monochromatischen Aberrationen — kann sehr starke Asymmetrien zeigen, die Konturen entsprechen nur genähert denen des Objekts. Von letzterem überzeugt man sich am schnellsten, wenn man nach W. v. Bezold eine Reihe konzentrischer Kreise von 2—3 mm Dicke mit ebenso breiten Zwischenräumen auf weißer Unterlage zeichnet und sie bei positivem oder negativem Einstellungsfehler betrachtet. Die Kreisform ist dann stark beeinträchtigt durch Ein- und Ausbuchtungen. Die Größe des Einstellungsfehlers beeinflusst dabei nicht nur die Intensität des Lichtes, das auf einen bestimmten Bezirk fällt, sondern auch die Art der Lichtverteilung. Ein Bezirk der Netzhaut, der bei einem bestimmten Akkommodationszustand ein gewisses Quantum Licht zugeteilt erhält, bekommt bei einer neuen Einstellung nicht ohne weiteres soviel, als ihm bei regelmäßig bleibender Lichtverteilung zufallen würde, sondern unter Umständen erheblich mehr oder weniger. Sehr schön zeigen sich diese Verhältnisse schon bei Betrachtung des kleinsten Flecks in Fig. 2a. Verfolge ich etwas genauer, wie sich mit wachsendem positiven Einstellungsfehler aus ihm der Zerstreungskreis allmählich entwickelt, so heben sich zum mindesten 2 Stadien deutlich heraus. Im ersten tritt eine Verdoppelung des Flecks auf (physiologische Diplopie); eine weiße Linie scheint ihn deutlich zuzeiten vertikal, zuzeiten von rechts oben nach links unten zu zerspalten. Die beiden Teile sind an Größe ungleich; der linke ist kleiner als der rechte. Im zweiten Stadium wächst die Größe des weißen Bezirks; an Stelle des Flecks erscheint eine graue, etwas bläuliche Kreisperipherie, die nicht von gleichmäßiger Dicke und Schwärze ist, sondern links oben ein dunkles Pünktchen trägt. Es liegt nicht im Interesse dieser Arbeit, auf solche Aberrationen näher einzugehen. Wir begnügen uns mit dem Hinweis, daß auch bei Eintritt einer Nadel in den Strahlengang ihr Einfluß unverkennbar ist.

Ebenso kurz nur können die chromatischen Aberrationen berührt werden. Die weißen Streifen, also die Abblendungsbilder, tragen für gewöhnlich rote Ränder, während die Reste der Zerstreungsbilder der Objekte einen bläulichen Ton bekommen. Sehr auffällig ist eine Erscheinung bei den letzten Bildern der Fig. 2b. Dort erscheint bei Abblendung zwischen den Zerstreungsbildern ein tiefblau gefärbter dunkler Strich bzw. Punkt, der mit demselben Recht als „Bild“ der Nadel angesprochen werden könnte wie die beiden „weißen“ Streifen. Nach einer kurzen Unterbrechung durch Weiß schließen sich diesem Strich Reste der dunklen Objekte an, deren Färbung jetzt rötlich ist. Es folgen die bekannten weißen Streifen und endlich — als Abschluß nach außen — je ein feiner dunkler, blau nuancierter Strich. Die Kompliziertheit dieser Erscheinung überrascht nicht mehr nach den früheren Konstruktionen des Strahlengangs. Eine Erörterung des Einzelnen würde zu weit führen.

Nach JUNG ist der weiße Streifen — wohlverstanden der subjektiv Gesehene, nicht der objektive in der Bildebene — ein umgekehrtes Bild der Nadel. An dieser Behauptung ist etwas Richtiges, aber ohne genaue Formulierung kann sie leicht zu Mißverständnissen führen. Wie wir bereits sahen, ist der Streifen überhaupt kein Bild der Nadel im eigentlichen Sinn. Man kann nur folgendes sagen: Wären die Punkte des Flecks Ausgangszentren „weißer“ Strahlen, so würde der Abblendungsbezirk eine Reihe sich teilweise überdeckender Schattenbilder der Nadel zeigen (vgl. Fig. 5), deren Projektion nach außen ebensoviel sich

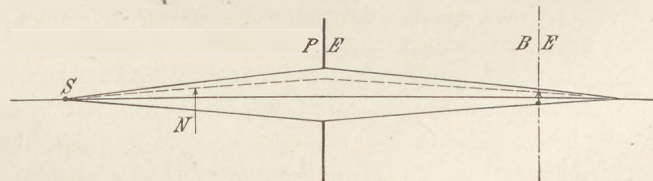


Fig. 5.

überdeckende umgekehrte Schattenbilder liefern würde. In Wirklichkeit blendet die Nadel in jenem Bezirk „dunkle“ Strahlen ab, und die Stellen erhalten ihre Erhellung von Strahlen, die selbst an jenen Stellen niemals eine Umkehrung hervorrufen könnten.

Tatsächlich ist es schwierig für mich, im Streifen die umgekehrten Verhältnisse wie bei der Nadel zu finden — wegen der Überdeckungen und Aberrationen. Ebenso wenig zeigt sich bei negativem Einstellungsfehler, bei dem der Fixierpunkt zwischen Auge und Objekt liegt, ein aufrechtes „Bild“. Bei dieser Einstellung stört die Mikropie sehr. Die Erscheinungen laufen im übrigen den früheren parallel, nur daß Bewegungsrichtung und chromatische Aberrationen einen entgegengesetzten Sinn befolgen.

Aus dem Gesagten geht zugleich die Verschiedenheit der Bedingungen hervor, unter denen die Ablendungserscheinungen beim Sehen durch enge Öffnungen zustande kommen. Die Konstruktion der Bilder für alle die Fälle, die Jung in einer früheren Abhandlung eingehend besprochen hat, macht auch bei Berücksichtigung der Strahlenbegrenzung keine besonderen Schwierigkeiten. Fig. 5 gibt eine für viele. Der Einstellungsfehler ist wiederum positiv. Durch die Schirmöffnung S treten die Strahlen ein und entwerfen von N ein aufrechtes Schattenbild. Denkt man es durch die Pupillenmitte nach außen projiziert, so muß das Auge ein umgekehrtes Bild sehen. Besonders bei negativem Einstellungsfehler ergeben sich für mich infolge der Aberrationen, die sich bei dieser Beobachtungsweise sehr stark aufdrängen, bedeutende Abweichungen von dem, was nach der Konstruktion auftreten müßte.

Eine fahrbare und zerlegbare Schalttafel mit Experimentierwiderständen.

Von

Dr. **Wilhelm Brüsch** in Lübeck.

Die Wahl einer geeigneten Schalttafel und deren Platz im Lehrzimmer werden stets bei allen Neueinrichtungen physikalischer und chemischer Lehrräume eine wichtige Rolle spielen. Man kann nicht behaupten, daß diese Frage nach allen Richtungen hin vollständig geklärt sei. Jedoch ist man sich wohl darüber einig, daß die Schalttafel nach Möglichkeit nicht an der Wand hinter dem Experimentiertisch, sondern an einer der Seitenwände oder in der Ecke (schräg zur Längsrichtung des Experimentiertisches) angebracht werden soll. Man kann mit Recht noch weiter gehen, indem man fordert, daß die Schalttafel überhaupt nicht dauernd im Lehrzimmer sein soll. Diesen Wünschen wird von den Firmen durch fahrbare Schaltische Rechnung getragen, die ohne Zweifel wegen ihrer Handlichkeit große Vorzüge besitzen. Immerhin haben diese Tische mit den meisten fest angebrachten Schalttafeln den Nachteil gemein, daß man den Schüler nicht ganz leicht mit der Einrichtung, d. h. der Schaltung der einzelnen Teile und ihrer Wirkungsweise, bekannt machen kann. Auch ein Schaltungsschema hilft bei vielen Schülern nicht: Die ganze Einrichtung erscheint ihnen als etwas Geheimnisvolles. In technischer Hinsicht kommt noch hinzu, daß man bei Reparaturen nur durch Auseinandernehmen der ganzen Tafel oder des Tisches zu den fehlerhaften Stellen kommen kann. —

Diese Übelstände sucht die in Fig. 1 dargestellte Anordnung zu vermeiden und außerdem noch gewisse andere Vorteile dafür einzutauschen.

Die ganze Schalttafel hängt an einem auf kräftigen Rollen fahrbaren Gestell. Die Höhe und Breite des letzteren sind so gewählt, daß es durch alle Türen hindurchgefahren und so an jeder beliebigen Stelle, sei es nun im Lehrzimmer, im Vorbereitungsraum, im Sammlungsraum oder im Laboratorium, aufgestellt werden kann. Die Möglichkeit der Verwendung der Schalttafel an allen Stellen, wo nur Steckdosen vorhanden sind, wird besonders für kleinere Anstalten, die mit beschränkten Mitteln zu rechnen haben, und an denen die Tafel tatsächlich nur zu gewissen Zeiten des Jahres im Lehrzimmer gebraucht wird, von großer Bequemlichkeit sein. Aber diese

Tafel läßt sich nicht nur fahren, sondern sie kann (mit Hilfe der an beiden Seiten angeordneten Handgriffe) unschwer vom Fahrgestell abgenommen und auf an passenden Stellen vorgesehenen Haken aufgehängt werden¹⁾. Es wird so von ihr weder vor noch auf dem Tische Platz beansprucht, und sie steht so dem Fachlehrer in Zeiten, wo sie im Unterricht überhaupt nicht benutzt wird, für umfangreichere Untersuchungen etc. zur Verfügung. — Man wird ferner einsehen, daß man der Schalttafel im Lehrzimmer jeden beliebigen Platz, also auch die für manche Zwecke besonders vorteilhafte schräge Stellung wird geben können. Sollte bei der Aufstellung an der Seitenwand das von der Tafel zum Tisch führende Kabel störend sein, so

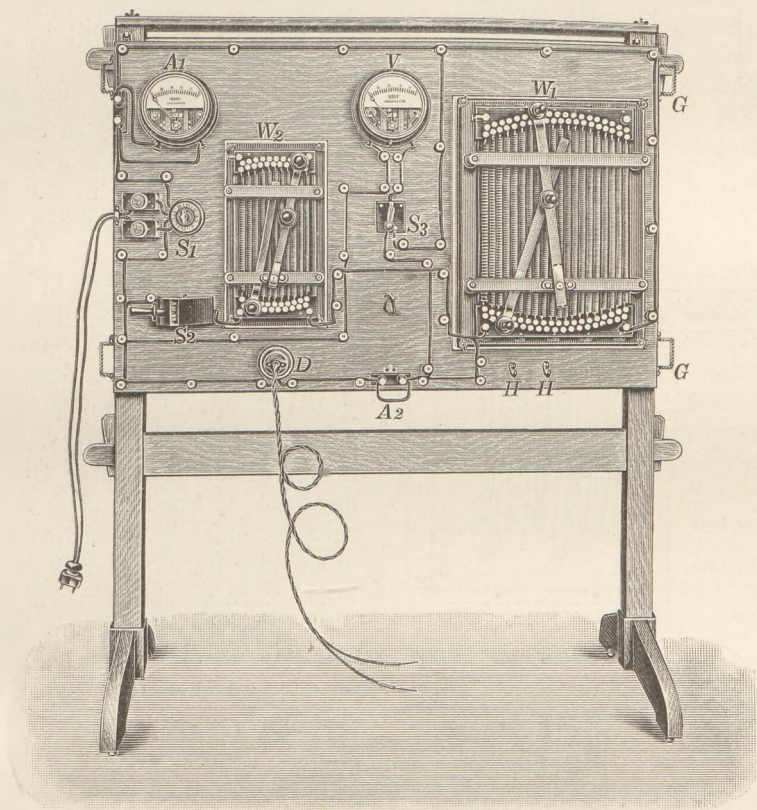


Fig. 1.

kann man, wie das im Physikzimmer des Johanneums zu Lübeck²⁾ geschehen ist, außer der Steckdose für den Anschluß der Tafel an das Stromnetz noch eine vom Tisch zur Wand führende feste Leitung mit Stecker vorsehen, der eben statt des Kabelsteckers in die Dose der Schalttafel gesteckt wird.

Das ganze Fahrgestell läßt sich gleichfalls auseinandernehmen, da die einzelnen Teile nur durch Keile, oben durch Flügelschrauben miteinander verbunden sind. Man wird daher die ganze Anordnung auch in andere Stockwerke des Schulhauses, z. B. in die Aula, falls dort eine entsprechende Steckdose vorgesehen ist, oder auch in außerhalb des Schulgebäudes liegende Vortragsräume schaffen können.

Die Übersichtlichkeit der ganzen Schaltung auf dem Schaltbrette ist dadurch erreicht, daß alle Leitungen frei auf Isolationsrollen verlegt sowie ferner die Haupt-

¹⁾ Das Fahrgestell kann man dann auch zur Aufhängung einer gewöhnlichen Wandtafel oder einer Koordinatentafel benutzen.

²⁾ Siehe die Programm-Beilage Nr. 901 (1907) des Johanneums zu Lübeck, S. 32 u. S. 42 Tafel 5.

leitung schwarz, die Nebenschlußleitung rot und die Spannungsleitung für das Voltmeter gelb lackiert sind. Die Widerstände (W_1 für die Hauptleitung, W_2 für den Nebenschluß, der durch S_2 geöffnet bzw. geschlossen wird) sind gleichfalls völlig frei sichtbar und, falls man die Tafel aus Holz wählt, mit Asbestunterlage versehen. Das Innere des Ampèremeters (A_1) und des Voltmeters (V) ist dadurch sichtbar gemacht, daß die Skalenscheibe im unteren Teile ausgeschnitten worden ist. Vermittelt eines kleinen Schalters (S_3) kann man das Voltmeter sowohl an das Netz als auch an

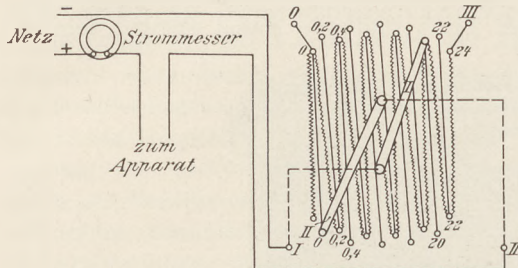


Fig. 1.

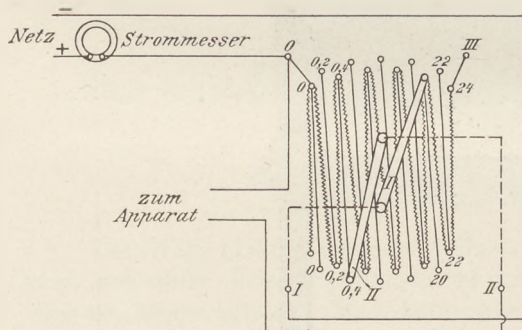


Fig. 3.

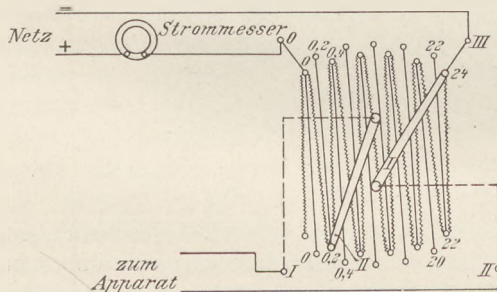


Fig. 4.

den zu speisenden Apparat legen. Das Amperemeter (A_1) hat in der Regel seinen Platz oben links und mißt gewöhnlich die gesamte im Hauptkreise herrschende Stromstärke. An dem in Fig. 1 dargestellten Schaltbrett, das der Referent unter Beihilfe eines Monteurs selbst zusammengebaut hat, kann das Instrument zwecks Messungen in der Nutzleitung auch über den Klemmen bei A_2 angebracht werden. An den nach Besprechungen mit Max Kohl-Chemnitz von dieser Firma zu liefernden Exemplaren ist selbst diese Ortsveränderung nicht nötig, da zur Erzielung des angedeuteten Zweckes nur eine kleine Umänderung an dem unter dem Ampèremeter befindlichen Klemmbrett nötig ist. Die Klemmen bei A_2 können also jederzeit zum Anlegen eines feineren Instrumentes benutzt oder durch einen kleinen Kupferbügel kurz geschlossen werden¹⁾.

Wie man sieht, sind alle Apparate von der Tafel abnehmbar, da sie nur mit Flügelschrauben auf dem Grundbrette befestigt sind. Die Meßinstrumente befinden sich sogar schon auf kleinen mit Füßen versehenen Standbrettern; sie können also ohne weiteres auf den Experimentiertisch gestellt und so für alle möglichen Versuche benutzt werden. Ebenso kann man die Widerstände leicht lösen und auf den Tisch legen. In dem Bestreben, die Schalttafel möglichst weit zerlegbar zu machen, ging

¹⁾ Eine nähere Beschreibung dieser „zerlegbaren Experimentierschalttafel“ gibt die Mitteilung 33 der Firma Max Kohl-Chemnitz.

Aber auch die einzelnen Widerstände (W_1 und W_2) gestatten für sich eine recht mannigfache Verwendung. Man muß nämlich berücksichtigen, daß man es bei ihnen nicht mit gewöhnlichen Vorschaltewiderständen, sondern mit Spezialwiderständen zu tun hat. Während an der Schalttafel die vorgesehenen zwei Kurbeln den Vorteil bieten, daß man nicht nur in den höheren, sondern auch in den tieferen Stufen regulieren kann, dienen diese Kurbeln im Verein mit den vier Klemmen *0, I, II, III* dazu, diese Widerstände nicht nur als bloße Vorschaltewiderstände (Fig. 2), sondern auch als Abzweigwiderstände zur Entnahme beliebiger Stromstärken bei niedriger Spannung (Fig. 3) oder zur Entnahme kleiner Stromstärken bis 2 Ampere (Fig. 4) zu benutzen. Die Art und Weise, wie die Verbindungen für den jedesmaligen Zweck herzustellen sind, erläutern die Figuren 3—4. Näheres über diese Widerstände, ihre Widerstandsstufen und ihre Belastungsgrenzen ist aus der 18. Mitteilung der Firma Max Kohl-Chemnitz zu entnehmen. Es sei hier nur darauf hingewiesen, daß man, wie wohl einzusehen ist, jeden der Widerstände für sich an verschiedenen Orten oder auch beide zusammen — und dann noch zu vielerlei Schaltungen außer den in Fig. 3—4 wiedergegebenen — benutzen kann.

Im allgemeinen ist die Schalttafel für den Anschluß an 110 Volt Gleichstrom gedacht. Diese Spannung ist jedenfalls auch wohl für die Zwecke des Unterrichts und des Laboratoriums die geeignetste. Falls das Elektrizitätswerk Wechselstrom liefert, ist immer noch der Einbau rotierender Wechselstrom-Gleichstrom-Umformer der billigste und praktischste Weg. Ist die Spannung des Gleichstromnetzes 220 Volt, so kann man Widerstände anordnen, die ähnlich wirken wie der Widerstand W_2 als Nebenschluß an der Schalttafel, die jedoch recht viel nicht für Experimentierzwecke verwendeten Strom verzehren und so unwirtschaftlich sind. Ein Umformer, der Gleichstrom von 220 Volt in solchen von 110 Volt umwandelt, ist schon mehr zu empfehlen¹⁾. Vielleicht wird man auch den Vorschlag Professor Heims, rohe Bleiplattenzellen einzubauen²⁾, benutzen können.

Es sei noch erwähnt, daß das fahrbare Schalttafelgestell, die zerlegbare Experimentierschalttafel und die Experimentierwiderstände mit zwei Kurbeln von der Firma MAX KOHL-Chemnitz angefertigt und in den Handel gebracht werden.

Schulversuche über Magnetisierung und Hysterisis.

Von

Dipl.-Ing. **K. Hoerner** in Frankfurt a. M.

Das Verhalten der Luft und des Eisens als Träger magnetischer Kraftlinien wird in den Lehrbüchern, welche dem Unterrichte über Magnetismus und Elektrizität dienen, fast gar nicht experimentell erläutert. Meist werden die Erscheinungen der Sättigung und Hysterisis nur gestreift, manchmal an Hand einer Zeichnung von Magnetisierungskurven, welche ohne Einführung als gegeben hingestellt wird, kurz behandelt.

Bei der großen Bedeutung, welche m. E. eine auf Versuche gegründete Anschauung der Magnetisierungsvorgänge für das Verständnis des ganzen Gebietes des Magnetismus und Elektromagnetismus hat, dürfte es angebracht sein, den Ursachen dieses auffallenden Mangels an Versuchen nachzugehen. Im Folgenden sollen daher die bekannteren Anordnungen, welche eine Bestimmung des magnetischen Verhaltens der Feldträger bei Veränderung der magnetisierenden Kraft bezwecken, nach ihrer

¹⁾ Siehe auch das vorhin genannte Programm S. 29.

²⁾ Siehe Elektrotechnische Zeitschrift 1908, Nr. 2, S. 24, 2. Spalte, 2. Absatz.

Eignung für Schulversuche besprochen werden. Als Gesichtspunkt für die Beurteilung soll dabei die Forderung gelten, durch möglichst einfachen Apparat und Versuch den Verlauf der durch eine stromdurchflossene Spule hervorgerufenen Magnetisierung von Eisen und Luft feststellen zu können.

Zunächst scheidet für unsere Betrachtung aus der großen Zahl der Apparate, welche wissenschaftlichen oder technischen Zwecken dienen, diejenigen aus, welche nach Methode und Aufbau nicht übersichtlich genug sind oder wegen ihres hohen Preises nicht in Betracht kommen können. Hierher gehört die Untersuchung des Feldes mit der Wismutspirale, da die Bestimmung der Widerstandsänderung derselben — bekanntlich ein Maß für die Stärke des Feldes — zu umständlich ist. Weiter wäre hier zu erwähnen der Apparat von Köpsel, dessen Angaben auf dem Drehmoment, das eine stromdurchflossene Spule im Felde erfährt, beruhen. Zwar gestaltet sich hier die Messung sehr einfach, jedoch ist der Apparat für den vorliegenden Zweck zu teuer und unübersichtlich. Das gleiche gilt für die Wage von du Bois als fertigen Apparat.

Eine Reihe von Anordnungen benutzen das Magnetometer; sie beanspruchen für die Messung viel Zeit und sorgfältige Fernhaltung jeder Störung durch Ströme oder Eisenmassen sowie bei einer größeren Zahl von Beobachtern die Anwendung eines Lichtzeigers. Am geeignetsten erscheint noch die Kompensations-(Null-)Methode, bei welcher die Ablenkung, die eine mit dem Probestab versehene Spule einer Magnetnadel erteilt, durch eine zweite Spule ohne Kern kompensiert wird, so daß die Hysteresiskurve durch je zwei zusammengehörige Ablesungen an den Amperemetern gegeben ist.

Aus methodischen Gründen scheidet die verschiedenen Anordnungen aus, welche den durch Veränderung des Feldes in einer Spule induzierten Strom zur Messung (mittels ballistischen Galvanometers) benutzen. Man wird nicht gerne dem einfachen Versuch zuliebe die erst in späterer Zeit zu behandelnde Erscheinung der „elektrischen Induktion“ vorwegnehmen.

In einer weiteren Gruppe kann man die verschiedenen Anordnungen zusammenfassen, welche die von einer Spule auf ein Eisenstück ausgeübte Zugkraft zur Messung der Induktion im Eisen benutzen. Sofern nicht ein geeichter Apparat wie die oben erwähnte Wage von du Bois verwendet wird, sondern der Versuch mit einfachen Hilfsmitteln besonders aufgebaut wird, kommt als Nachteil in Betracht, daß die Beziehung: „Zugkraft proportional dem Quadrat der Induktion“ vorausgesetzt und zur Auswertung benutzt werden muß. Soll dann das Verhalten der Luft als Feldträger demjenigen des Eisens gegenübergestellt werden, so muß an Stelle des Eisenkerns eine von konstantem Strom durchflossene Spule gebracht werden, was auch nicht für die Anwendung der Methode spricht.

Die wirkungsvollste Versuchsanordnung, nämlich die objektive Demonstration der Hysteresiskurve, kann durch Verwendung einer großen Braunschen Röhre oder zweier Wehnelt'scher Oszillographen erreicht werden, doch werden diese Apparate vorläufig noch in wenigen Instituten vorhanden sein. Im ersteren Falle¹⁾ werden in der Senkrechten zu beiden Seiten der liegenden Röhre je eine Spule ohne Kern, in der Wagrechten solche mit geringerer Windungszahl mit dem gewählten Feldträger aufgestellt und sämtliche vier Spulen in Serie geschaltet, so daß die Ablenkung des Kathodenstrahles in der Wagrechten dem Magnetisierungsstrom, diejenigen in der Senkrechten der Induktion entspricht. Verändert man den Strom nach Größe und Sinn genügend rasch, so zeigt sich dem Beschauer ein vollständiges Bild der Hysteresiskurve. — Größere Bilder kann man mit 2 Oszillographen²⁾ erhalten. Die

¹⁾ vgl. Angström, Physik. L. I, 121.

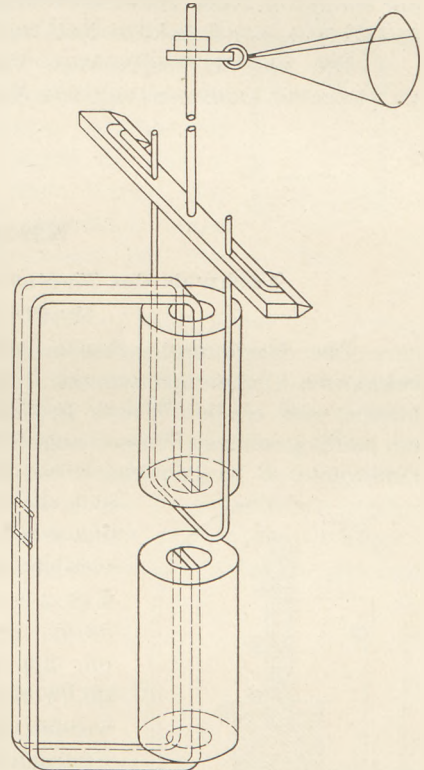
²⁾ vgl. Wittmann, Elektrot. Zeitschr. 1904, 885.

Magnetspulen des ersten und die Schleife des zweiten werden mit konstantem Strom beschickt; der zweite besitzt als Kern der Magnetspulen den zu untersuchenden Feldträger, ein Teil des Erregerstromes desselben fließt durch die Schleife des ersten. Die beiden Oszillographen werden so aufgestellt, daß ein hintereinander von den beiden Spiegeln reflektierter Lichtstrahl bei Einschaltung des Stromes durch den ersten wagrecht, durch den zweiten senkrecht abgelenkt wird; man erhält dann auf einem Schirm das gleiche Bild wie bei der Braunschen Röhre. Als Nachteil wäre hier anzuführen, daß es bei Verwendung der Luft als Feldträger schwer ist, ein genügend starkes Feld zu erhalten.

Der eingangs aufgestellten Forderung genügt also keiner der aufgezählten Apparate vollständig, so daß man sich auf die Suche nach einer anderen geeigneten Anordnung begeben muß. — Sehr nahe liegt es, die Abstoßung eines an einem Ende pendelnd aufgehängten magnetisierten Stahldrahtes durch eine Spule zu messen, jedoch gibt dieser Versuch, auch bei Anwendung einer langen Spule und langer Aufhängung, keine befriedigenden Ergebnisse. Besonders stört der Umstand, daß bei Verwendung eines Eisenkerns der Zeiger bei der Induktion Null angezogen wird, dagegen ist als Vorzug hervorzuheben, daß die Ablesung der durch die Induktion bedingten Größe, der Ablenkung des Magneten, auf große Entfernung möglich ist.

Ebenso mangelhaft, aber immerhin verwendbar ist eine Anordnung, welche sich an die von H. Ebert in seinem Buche „Magnetische Kraftfelder“ zur Messung des Feldes eines geraden Leiters verwendete anlehnt. Ein dünner Magnetstab wird wagrecht im Gleichgewicht so aufgehängt, daß er sich in einer senkrechten Ebene drehen kann, unter einem Pol wird die Versuchsspule mit senkrechter Achse aufgestellt, die bei Stromschluß auftretende Ablenkung des Magneten durch Anbringen von Gewichten ausgeglichen. Um stabiles Gleichgewicht zu erhalten, muß der Magnetpol über der Spule von dieser abgestoßen werden, dabei tritt aber Entmagnetisierung ein, welche die Meßwerte unsicher macht. Bei der Messung mit Eisenkern tritt der gleiche Fehler wie bei dem vorhergehend angeführten Versuch auf.

Die zuletzt erwähnten Fehlerquellen werden vermieden, wenn man an Stelle des Magneten einen stromdurchflossenen Leiter verwendet; dabei dürfte sich die im folgenden erläuterte Ausführung empfehlen. Der Stromleiter bildet, wie es die Skizze angibt, einen Teil einer ausbalancierten Wage und wird so zwischen zwei Spulen gebracht, daß er sich nach oben und unten bewegen kann. Er wird durch Vermittlung von Quecksilberkontakten mit konstantem Strom beschickt; die beiden Spulen werden so geschaltet, daß bei Stromschluß der Leiter durch das Feld nach unten getrieben wird. Die zur Herstellung des Gleichgewichtes auf die Wagschale zu legenden Gewichte sind dann bekanntlich ein Maß für die Stärke des Feldes, geben also, in Abhängigkeit von dem Erregerstrom in ein Koordinatensystem aufgetragen, die Magnetisierungskurve; bei Verwendung der Spulen ohne Kern also eine Gerade, welche durch den Nullpunkt geht. Um die Magnetisierungskurve von



Weicheisen oder Stahl zu bestimmen, wird von diesem Material ein Joch aus 2 hufeisenförmigen Stücken gebildet, das so bemessen ist, daß zwischen den Spulen ein schmaler Spalt (in der Figur ist derselbe der Deutlichkeit wegen übermäßig breit gezeichnet) zur freien Bewegung des Leiters bleibt, während die anderen Enden der Eisenstücke sich überlappen und irgendwie zusammengepreßt werden. Da die Kraftlinien dann bis auf den schmalen Luftspalt ganz in Eisen verlaufen, so ergibt die Messung mit geringem Fehler (der durch Rechnung bestimmt werden kann) die Induktion im Kern. Um starke Sättigung, also starke Biegung der Kurve zu erreichen, muß der Eisenquerschnitt sehr gering gewählt werden. In den Erregerstromkreis bringt man einen Stromwender und magnetisiert vor dem Versuch in entgegengesetztem Sinn, so daß man dann eine vollständige Hälfte der Hysteresiskurve, von der Induktion Null, bei entsprechend positivem Strom, aufsteigend bis zum Höchstwert und zurück zur Induktion Null bei negativem Strom (Koerzitivkraft), aufnehmen kann.

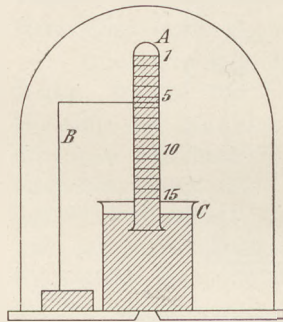
Die zuletzt besprochene Versuchsanordnung erscheint also am geeignetsten zu einfacher Demonstration der Magnetisierung von Luft und Eisen.

Kleine Mitteilungen.

Nachweis des Mariotteschen Gesetzes für verdünnte Gase.

Von Prof. Dr. Pensler in Blankenese.

Das Mariottesche Gesetz bei verdünnten Gasen läßt sich durch folgenden bekannten Luftpumpenversuch leicht nachweisen. Unter den Rezipienten der Luftpumpe wird ein mit Wasser gefülltes Becherglas gestellt, in das mit dem offenen Ende ein nicht ganz mit Wasser angefüllter Probierzylinder getaucht wird, der durch den Drahtbügel *B* so gehalten wird, wie die Figur andeutet. Oben im Zylinder bildet sich ein kleiner Luftraum *A*, der etwa 2 ccm betragen möge.



Bevor man den Probierzylinder unter den Rezipienten bringt, versieht man ihn mit einer Skala, die gleiche Raunteile, z. B. 2 ccm, angibt. Die Teilung kann zweckmäßig durch dünne, aber gut sichtbare Fäden markiert werden, die man um den Zylinder gebunden hat. Da die Wassersäule *AC* im Probierrohr wegen ihrer geringen Länge vernachlässigt werden darf, steht die Luftmasse *A* unter dem Drucke einer Atmosphäre, die man vor Beginn des Versuches z. B. auf 76 cm Quecksilber festgestellt hat. Wird nun die Luft im Rezipienten verdünnt, so dehnt sich die Luftmasse *A* aus;

der Wasserspiegel im Rohre sinkt. Zeigt z. B. das Manometer der Luftpumpe einen Druck von 19 cm Quecksilber oder $\frac{1}{4}$ Atmosphäre an, so steht das Wasser beim Teilstrich 4, d. h. die Luft im Probierrohr hat den vierfachen Raum angenommen.

Folgende Übersicht gibt den Zusammenhang zwischen dem Druck im Rezipienten und dem Volumen der abgeschlossenen Luftmenge an:

Teilstrich 1 entspricht einem Druck von 76 cm Quecksilber

"	2	"	"	"	"	38	"	"
"	3	"	"	"	"	25,3	"	"
"	4	"	"	"	"	19	"	"
"	5	"	"	"	"	15,2	"	"
"	6	"	"	"	"	12,7	"	"

usw.

Damit der Wasserspiegel im Probierglase sich gut abhebt, verwendet man zweckmäßig gefärbtes Wasser.

Einfache Versuche über Luftwirbel.

Von **V. L. Rosenberg** in St. Petersburg.

1. Die Zyklone. In einer geräumigen dreihalsigen Flasche (von $1\frac{1}{2}$ —2 Liter) werden beide Seitenhalse luftdicht durch Gummipfropfen geschlossen, durch welche zwei kurze Glasröhren (*a* und *b*, Fig. 1) geführt sind. Die inneren Enden dieser Röhren sind rechtwinklig umgebogen und entgegengesetzt parallel gerichtet. Vermittelst eines langen, bis auf den Flaschenboden reichenden Glasrohres, das mit einem Gummischlauch versehen ist, wird durch den mittleren Hals langsam Rauch in die Flasche geblasen, bis die Rauchschrift am Boden etwa 2 cm hoch ist.

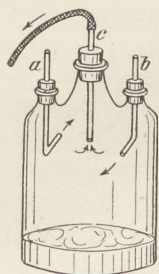


Fig. 1.

Darauf wird der mittlere Hals durch einen Gummipfropfen geschlossen, durch den ein kurzes Glasrohr geführt ist, das mit einem Gummischlauch verbunden ist. Wird nun durch diesen Luft aus der Flasche gesaugt, so bilden die durch die Seitenröhren eintretenden Luftströme einen Wirbel, der sich nach unten fortsetzt und schließlich einen deutlich sichtbaren Rauchwirbel erzeugt, der eine Zyklone veranschaulicht.

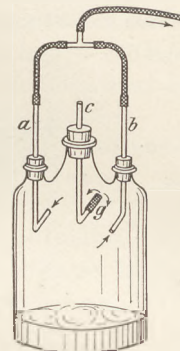


Fig. 2.

2. Die Antizyklone. Dieselbe Wulfsche Flasche kann auch zur Demonstration der Antizyklone dienen. In diesem Falle braucht man nur die beiden Seitenrohre durch Gummischläuche mit einem T-Rohr zu verbinden, dessen mittlerer Ansatz mit einem Gummischlauch versehen ist (Fig. 2). Nach dem Einblasen des Rauches (s. o.) wird der Gummipfropf aufgesetzt, durch den ein kurzes Glasrohr geführt ist; dieses hat innen einen kurzen, rechtwinklig gebogenen Schenkel, auf den ein Stück Gummischlauch so aufgeschoben ist, daß das freie Ende fast die Gefäßwand berührt. Saugt man jetzt durch den Schlauch des T-Rohres, so bildet sich in der Gefäßmitte ein relatives Maximum. Der jetzt entstehende Rauchwirbel entspricht der Antizyklone.

Strömungen bei Diffusion in Glycerin.

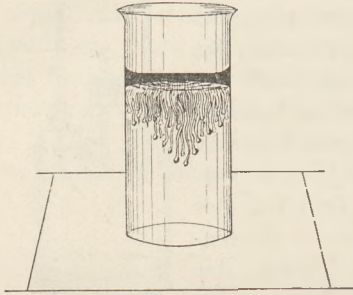
Von **H. Rebenstorf** in Dresden.

Die Mitteilung von Bosse über besonders schnelle Diffusion von Kupfervitriol in Glycerin (ds. Zeitschr. X 248; s. auch Frick-Lehmann, *Physikal. Technik*, 7. Aufl., 12, S. 853) enthält nur das, was als Wirkung der Diffusion nach längerer Zeit an den übereinander geschichteten Flüssigkeiten gesehen wird. Bleibt man aber nach Ansetzen des Versuches beobachtend, so erfährt man die Ursache der so rätselhaft schnellen Diffusion.

Bemerkt sei, daß man die eigenartigen, zu schildernden Erscheinungen sowohl nach Einbringen der Flüssigkeiten übereinander in einen Schenkel des „gefüllt bleibenden“ Hebbers, als auch nach Art des erwähnten Verfassers beobachten kann. Für die Aufstellung in kleinen offenen Gefäßen ist es wohl das bequemste, ihrer Standfestigkeit wegen, Wäggläschen zu verwenden. Infolge der Zähflüssigkeit des Glycerins ist es besonders leicht, die Kupfervitriollösung aus der Pipette an der Glaswand oberhalb des Glycerins langsam so darüberfließen zu lassen, daß eine scharfe Trennungsfläche entsteht. Das benutzte Glycerin hatte ein spezifisches Gewicht von 1,23. Die Dichten der blauen Lösungen lagen um 1,19 herum.

Bei besonderer Annäherung an die Dichte des Glycerins sieht man an der Trennungsfläche der Flüssigkeiten die obere schon nach $\frac{1}{4}$ Minute sich an einzelnen

Punkten vorwölben. Runde Ballen der gefärbten Lösung von Millimeter Größe senken sich hierauf langsam, indem sie einen farblosen Schweif hinter sich herziehen. Dieser erscheint als eine Schliere von geringerer Dichte. An einigen Punkten wandert er nicht mit nach unten, sondern zeigt ein geringes Emporsteigen, wodurch oft deutliche Schlängelungen entstehen (s. Figur). Durch die herabsinkenden kleinen blauen Keulenköpfe wird das Glycerin in der Tiefe bald bläulich (scheinbar schnellere Diffusion). Noch etwas deutlicher sieht man die gleichen Erscheinungen bei Verwendung des etwas intensiver gefärbten Kobaltchlorürs. Die konzentrierte Lösung davon ist freilich erheblich schwerer als Glycerin. Man verdünnt deshalb bis zu etwas geringerer Dichte (etwa 1,2)¹⁾.



Das Herabsinken der anfänglich leichteren Salzlösung mit Nachziehen eines Schweifes von dünnerer Beschaffenheit erklärt sich durch die Diffusion des Wassers in das Glycerin hinein. Dieses vermischt sich ja in allen Verhältnissen mit Glycerin, während die Auflösung von Metallsalz unter den Umständen des Versuches nur sehr langsam und in geringem Grade vor sich geht. An der Grenze des Glycerins wird daher die Salzlösung bald schwerer als Glycerin; ein labiler Zustand wird hier und dort beseitigt, besonders wohl da, wo Staubpartikelchen an der Grenzfläche etwas einsinken, und die schwerer gewordene Salzlösung wölbt sich an allmählich immer zahlreicher werdenden Stellen in das Glycerin hinein. Die etwas wasserreicher gewordenen begrenzenden Glycerinschichten steigen dabei um die Vorwölbung herum aufwärts und bilden, während sie sich um die sinkenden Keulchen herum ergänzen, den lichter Schweif derselben.

Auch erheblich weniger dichte Salzlösungen (von etwa 1,1 spez. Gew.) zeigen Ähnliches, freilich mit Beginn der Konvektionen erst nach etwa 10 Minuten und in meistens nicht so scharf abgegrenzten Formen. Man sieht vielfach nur in der Mitte des Gläschens ein Bündel sehr zahlreicher und feiner Schlieren in Abwärtsbewegung. Die sinkenden Anteile der Lösung sind für Kupfervitriol übersättigt. Erst in der Tiefe vermischen sie sich gründlicher mit dem Glycerin. Die während des Sinkens gleichsam abgestreiften Teile des Schweifes sind fast oder ganz farblos.

Glycerin ist ein Lösungsmittel für zahlreiche Salze, freilich sehr ungewöhnlicher Art, was die Entstehung der Lösungen anbetrifft. Nach Guthrie (*Phil. Mag.* [5] VI (1878), 105) tritt Glycerin an die Stelle des Kristallwassers zahlreicher Salze. Die a. a. O. beschriebene schön grüne Lösung von Kupfersulfat in Glycerin konnte beim Stehenlassen weder des sehr fein gepulverten kristallisierten Salzes, noch der wasserfrei gemachten Substanz trotz öfteren Umrührens erhalten werden. Das käufliche, etwas wasserhaltige Glycerin wurde nur schwach bläulich und in der Tiefe, wohl durch schwebende feste Teilchen, mit beginnender Umwandlung etwas grünlich. Die weißlich gebliebenen wasserfreien Sulfateilchen bildeten einen Bodensatz von dicklicher Beschaffenheit. Die Substanz erinnerte insofern an totgebrannten Kalk, als bei Wasserzusatz keine Aufnahme durch die sonst so lebhaft reagierende anhydrische Masse erfolgte. Erst als in einem weithalsigen Gläschen Glycerin und Sulfat bis zum Versieden der Wasserreste erhitzt wurden, entstand die grüne Lösung. In der Hitze dünnflüssig, wurde sie beim Abkühlen eine zähe Masse, die lange, klar durchsichtige grüne Fäden ausziehen ließ. Ein eingetauchter und wagerecht frei hin-

¹⁾ Bei der Kleinheit der nur erforderlichen Lösungsmengen findet hierbei am besten die schnelle Dichtebestimmung mit der 1 cm-Pipette auf der chemischen Wage Verwendung; vgl. Ostwald-Luther, *Handbuch der phys.-chem. Messungen*.

gelegter Glasstab zeigt ein überaus langwieriges Abrinnen feinsten und stark grün gefärbter Fäden.

Bringt man aus der Pipette starke Kobaltchlorürlösung auf den Boden eines Gläschens mit Glycerin, so ist dieses nach einem Tage ebenfalls schwach rosa gefärbt. Diffusion hätte auch hierbei wohl nicht allein die Überführung auf mehrere cm hervorbringen können. Nimmt die unterste Schicht von Glycerin Wasser auf, so entstehen aufsteigende Konvektionsströme, die das in geringem Grade eindringende Salz mit emporführen. Bisweilen verblieb die oberste Schicht des Glycerins ziemlich farblos. Hier war aus der wohl besonders feuchten Zimmerluft durch das schwach hygroskopische Glycerin etwas Wasser aufgenommen und infolge Leichterwerdens der Oberflächenschicht den aufsteigenden Strömen ein früheres Ziel gesetzt worden.

Ein fesselndes Bild gibt die Vorführung der zu Konvektionsströmen führenden Diffusion der auf Glycerin geschichteten Salzlösung als Projektionsversuch. Am einfachsten füllt man ein in der Optik verwendetes Absorptionskästchen (M. Kohl Nr. 23499) von 1 cm Breite halb mit Glycerin und läßt nach dem Bildeinstellen etwas Kobaltchlorürlösung von geeigneter Konzentration aus einer kurzen Pipette an der Glaswand über das Glycerin langsam (wenigstens zu Anfang) herabrinne. Alle interessanten Einzelheiten der im Bilde aufwärts gehenden Konvektionen, von der Vorwölbung der roten Flüssigkeit zur Ausbildung der gespensterähnlichen Gebilde mit ihren das Licht verschieden brechenden Teilen und dem stellenweisen Rückwärtsgehen der zarten farblosen Schweifstücke können in der Zeit weniger Minuten genau verfolgt werden. Mit als Wirkung der Oberflächenspannung ist das bisweilen zu beobachtende ziemlich lebhaftes Zusammenfließen zweier Keulenköpfchen anzusehen; das eine überholt nicht selten ein anderes und dringt darin ein. Nicht ganz so günstig projiziert man die Erscheinungen in Wägegläsern, auch infolge Überdeckens von hintereinander befindlichen Stromformen. Um ein Wägeglas, besonders für das Anlegen der Pipette, stabiler zu machen, befestigt man es auf einem Stück Bleiplatte von 1–2 mm. Dahinter kommt ein verschiebbar bleibendes gleiches Gläschen mit genügend viel Glycerin. In einigen Millimeter Abstand nach der Lichtquelle hin hebt es die störende Lichtbrechung bei Verwendung eines zylindrischen Gefäßes allein z. T. auf (vgl. die Anordnungen von Reiff, ds. Zeitschr. XVIII 349). Der Vollständigkeit wegen kann man in solchen Gläsern auch das Verhalten von Kobaltlösung vorführen, die etwas schwerer als das Glycerin ist. Bei kleinem Dichtenunterschied breitet sich die Lösung auf der zähen Flüssigkeit vielfach zunächst eben aus. Läßt man sie zuletzt mit etwas mehr Gefälle in das Glycerin tiefer rinnen, so entstehen sehr schöne herabsinkende Tropfenformen, die ebenfalls einen lichten Schweif nachziehen, in dem aber jetzt von Zeit zu Zeit neue rote Tropfen, beiderseits spindelförmig in den Schweif hinein zugespitzt, nachfolgen.

Nach Auffindung der beschriebenen Konvektionsströme kann man das durch Diffusion nur eingeleitete schnelle Vermischen von Glycerin mit Salzlösungen nicht mehr als Diffusion schlechthin bezeichnen.

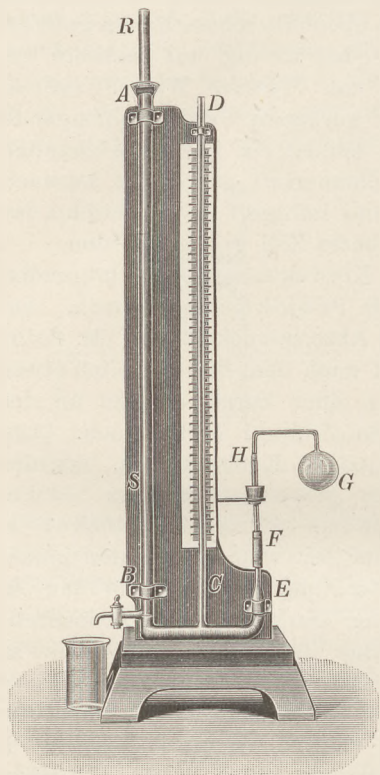
Ein Luftthermometer für Schulzwecke.

Von Professor Dr. **Schlamp**, Darmstadt.

Für die Bestimmung des Ausdehnungskoeffizienten der Luft und für Temperaturmessungen hat sich ein Luftthermometer, das die aus der Figur ersichtliche Form hat, die ohne große Kosten hergestellt werden kann, gut bewährt¹⁾.

¹⁾ Die Firma Ehrhardt & Metzger Nachfolger in Darmstadt hat den Apparat nach meinen Angaben angefertigt.

AB ist ein Glasrohr, 800 mm hoch und 27 mm weit, unten mit einem Hahn versehen, damit man Quecksilber nach Bedarf ausfließen lassen kann. Mit AB steht



ein engeres Rohr CD , 3 mm weit, hinter dem sich eine Skala befindet, in Verbindung und außerdem noch die nach oben enger werdende Röhre EF . Durch ein Stück Luftpumpenschlauch ist eine zweimal rechtwinklig gebogene Röhre mit der Glas- kugel G angeschlossen. Man kann also die Glas- kugel, wenn sie besehädigt wird, leicht auswech- seln. Bei H , wo sich das Kapillarrohr nach unten erweitert, befindet sich eine Marke in der Höhe des Nullpunktes der Skala. EH ist ungefähr 250 mm hoch. Um den Apparat gebrauchsfähig zu machen, füllt man soviel Quecksilber ein, daß es ungefähr bis zur Marke H reicht, wenn die Kugel sich in schmelzendem Eis befindet. Die genauere Einstel- lung erreicht man durch Eintauchen der Röhre RS , die mittels eines Korkstopfens in AB festgehalten wird. So habe ich bei 0° den Druck $H_0 = 713,5$ mm festgestellt, bei der Temperatur des kochenden Wassers ($99,71^\circ$) den Druck $H = 971,7$ mm. Sämt- liche Drucke sind auf 0° reduziert. Hieraus findet man ohne Berücksichtigung der Ausdehnung des Glases für den Ausdehnungskoeffizienten der trocken- en Luft 0,00363, mit Berücksichtigung derselben 0,00367. Nach beendetem Versuch empfiehlt es sich, den größten Teil des Quecksilbers durch den Hahn ausfließen zu lassen.

Eine neue optische Täuschung.

Von **V. L. Rosenberg** in St. Petersburg.

Bei diesem Versuche handelt es sich um die scheinbare Umkehrung der Stellung eines ungleichmäßig beleuchteten Objektes. Fig. 1 zeigt die schematische Skizze einer Petroleumlampe, die mit einem vierkantigen Blechschirm versehen ist. Die innere Fläche des Schirmes ist weiß lackiert. Visiert man durch ein enges Röhrrchen (ev.

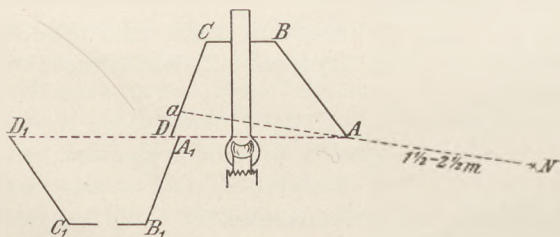


Fig. 1.

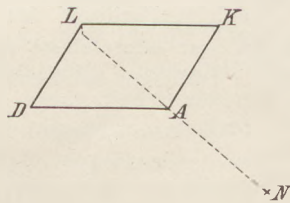


Fig. 2.

durch die hohle Faust) aus einer Entfernung von $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ m so auf die untere Kante der Vorderseite des Schirmes, daß ein Streifen der hinteren Innenfläche (aD , Fig. 1) sichtbar ist und auf die gegenüberstehende Wand projiziert erscheint, so wird — nach etwa 2 Minuten (oft schon früher) — hinter der Flamme ein umgekehrtes Bild $A_1 B_1 C_1 D_1$ des Lampenschirmes auftreten.

Zum Gelingen dieses Versuches (den durchschnittlich von 5 Personen 3 deutlich wahrnehmen können) ist es nötig, daß der obere Rand der Flamme ein wenig tiefer ist als der Rand des Schirmes; auch ist es vorteilhaft, wenn der Beobachter in sitzender Stellung den Ellbogen der Hand, die das Röhrchen hält, fest auf einen Tisch stützt und mit der freien Hand das andere Auge bedeckt (ohne es zu schließen). Am günstigsten ist es, wenn man auf eine Ecke des Schirmes etwas nach oben visiert (von *N* nach *A*, Fig. 2), wobei die unteren Kanten ein schiefes Parallelogramm bilden (*ADLK*).

Die Brewsterschen Interferenzstreifen.

Von **Wilhelm Volkmann** in Berlin.

Zur Einführung in die Interferenz des Lichtes dient den Lehrbüchern seit alters her der Fresnelsche Spiegelversuch. Da bei ihm nur die beiden einander berührenden Spiegelränder in Wirksamkeit treten, so kann man den Einwand nicht abweisen, daß Beugungen an diesen beiden Kanten ganz erheblichen Anteil an der Erscheinung haben. Wenn nun auch eingehende Untersuchungen, besonders von H. Struve, gezeigt haben, daß die Entstellung der Erscheinung durch die Beugung nur in besonders ungünstigen Fällen beträchtlich ist, so haben sie doch die Berechtigung des angeführten Einwandes unter allen Umständen erwiesen. Eine reine, nicht durch Beugung entstellte Interferenzerscheinung ganz derselben Natur, wie sie bei dem Spiegelversuch auftreten soll, haben wir in den Brewsterschen Streifen, und J. Classen¹⁾ hat vor einigen Jahren auf die Bedingungen aufmerksam gemacht, unter denen diese Streifen mit sehr einfachen Mitteln objektiv in höchst glänzender Weise erzeugt werden können. Die folgende Mitteilung soll nur ein kleines Hilfsmittel beschreiben, durch das die Ausführung des Classenschen Versuches sehr erleichtert wird.

Zu dem Versuch braucht man zwei genau gleich dicke Stückchen guten Spiegelglases, sie werden aus einem Stück geschnitten, das man mit dem auf Seite 37 des 22. Bandes beschriebenen Apparat aussucht. Ein millimeterstarkes Glas, das Interferenzstreifen gleicher Dicke in mehr als 2 mm Abstand voneinander zeigt, ist gut zu brauchen. Fig. 1 zeigt eine zweckmäßige trapezische Form der Platten, die mit den einander zugewandten Kanten aneinander gesessen haben. Man führt den Trennungsschnitt so, daß er die Interferenzstreifen gleicher Dicke senkrecht durchschneidet. Diese Plattenform ist deshalb so zweckmäßig, weil sie es erleichtert, zu vermeiden, daß man versehentlich dem dünneren Ende der einen Platte das dickere der anderen gegenüberstellt.

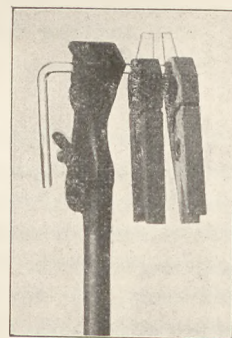


Fig. 1.

Diese beiden Platten müssen für den Versuch in einigem Abstand voneinander fast genau parallel aufgestellt werden, und zwar muß die Keilante des Winkels, den sie miteinander bilden, eine bestimmte Lage haben. Gerade in der letzten Bedingung liegt die Schwierigkeit des Versuches. Ganz leicht aber kommt man zum Ziele, wenn man nach Fig. 1 die beiden Platten, eine von hinten, eine von vorn, an einen waagrechten Glasstab klemmt. Dreht man den Glasstab, so drehen sich auch beide Platten, ohne daß sich der Winkel zwischen ihnen ändert; durch Drehen an jeder der beiden, auf der Seite des Glasstabes eingekerbten Kopierklammern kann man den Winkel zwischen den Platten ändern.

¹⁾ 75. Versamml. Deutscher Naturf. u. Ärzte, Kassel 1903. Verh. d. Deutschen phys. Ges. 5, 297, 1903.

Den Strahlengang beim Versuch gibt Fig. 2 an. Die dünnen Linien GG deuten den unter der Papierebene liegenden Glasstab an. Das Licht einer Bogenlampe wird, je nach der Größe des Kondensors, in 20 bis 60 cm Abstand von der Linse zu einem Kraterbild nahe vor der Platte A vereinigt. Diese entwirft durch Spiegelung an der Vorder- und Hinterfläche die beiden virtuellen Bilder L_1 und L_2 von der Lichtquelle L . Das Licht fällt weiter auf die Platte B , die zunächst A genau parallel stehen soll. Hier spiegelt sich L_1 an der Hinterseite und L_2 an der Vorderseite, so daß beide Spiegelbilder in L_3 zusammenfallen. Zwei andere reflektierte Strahlen tragen zur Erscheinung nichts bei. Neigt man nun aber z. B. B , so fallen die

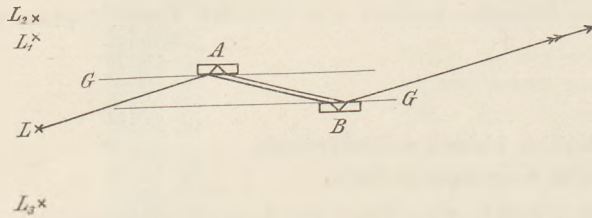


Fig. 2.

beiden Bilder über oder unter L_3 , und zwar in verschiedenem Abstand von der Ebene des Papiers. Diese beiden Lichtpunkte sind die kohärenten Quellen der Interferenzfigur, die in der Richtung des Pfeiles auf der einen oder mehr Meter entfernten Wand erscheint. Durch die Platte B tritt Licht, das die komplementäre Figur enthält; es ist am bequemsten, sich bei der Aufstellung des Apparates nach dieser zu richten, denn sie wird weniger leicht wie die in der Pfeilrichtung durch Nebenlicht gestört, das man erst abblenden muß. Die Platten A und B sind so weit voneinander am Glasstabe angeklammert, damit das Licht flach auf sie fällt und gut reflektiert wird.

Beitrag zur Behandlung der qualitativen Analyse des Wassers im Schulunterricht.

Von Prof. G. Erckmann in Bingen a. Rh.

Bekanntlich bedient man sich in der neueren chemischen Methodik zum Nachweis der qualitativen Zusammensetzung des Wassers nach OHMANN'S Vorschlag¹⁾ der Einwirkung erhitzter Metalle auf flüssiges Wasser oder Wasserdämpfe, während man früher, auf die Autorität ARENDT'S gestützt, im Schulunterricht allgemein die Elektrolyse angesäuerten Wassers (die sog. Wasserzersetzung, die aber in Wirklichkeit eine Zersetzung der verdünnten Säure ist) zum Ausgangspunkt bei der chemischen Wasserzersetzung nahm. OHMANN hat sich bei seinen grundlegenden Versuchen auf Eisen, Zink und Aluminium beschränkt und des Magnesiums nur beiläufig Erwähnung getan (a. a. O. S. 4, Vers. 3). Durch diese Versuche angeregt, fand ich nun, daß sich das Magnesium in ähnlicher Weise unter Wasser verbrennen läßt, wie dies O. OHMANN vom Aluminium gezeigt hat (a. a. O. S. 5, Vers. 7, und „Leitfaden der Chemie und Mineralogie“, 4. Aufl., S. 56).

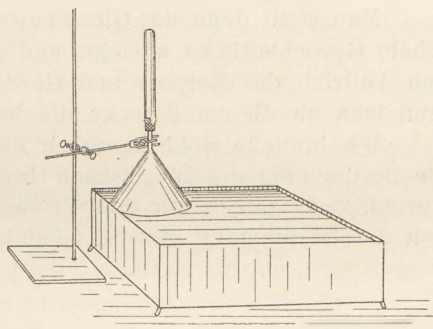
Da die Abscheidung des Wasserstoffs aus Wasser mit Hilfe des glühenden Magnesiums sich rasch und gefahrlos vollzieht und auch nur geringe Vorbereitungen erfordert, so dürfte sich dies Verfahren gut für den elementaren chemischen Unterricht eignen. Ich möchte vorausschicken, daß ich die Wasseruntersuchung in der Weise einleite, daß ich die Schüler darauf aufmerksam mache, wie bei der Verbrennung einer ganzen Reihe von bekannten Stoffen, z. B. Holz (Waldbrände), Petroleum (Anlaufen der Lampenzylinder), Leuchtgas (Beschlag in einem über die Flamme gestülpten trockenen Becherglas), Wasser in Dampfform als Verbrennungsprodukt auftritt. Wasser

¹⁾ O. Ohmann, Lehrgang der chemischen Untersuchung des Wassers (als zweites Kapitel der Verbrennungserscheinungen). Ds. Zeitschr. XIV, S. 1 ff.

enthält also notwendigerweise Sauerstoff, verbunden mit einem unbekanntem Stoffe, den wir x nennen. Dieses x soll durch die Wasseruntersuchung gefunden werden. Zu dem Behufe bringen wir das Wasser in Berührung mit einem Körper, der unter den Versuchsumständen eine noch größere Affinität zum Sauerstoff besitzt als der unbekanntem Stoff x . Ein solcher Stoff ist das Magnesium. Es ist den Schülern bekannt aus der Photographie (Blitzlicht) und vielleicht auch von Weihnachten her (Magnesium-Wunderkerzen für Christbaumbeleuchtung), es spielt ferner in der Technik (z. B. in der Zahnheilkunde) eine gewisse Rolle in Form einer Legierung mit Aluminium, als Magnalium.

Wir zeigen zunächst durch Verbrennen eines Stückchens Magnesiumband die große Affinität des Metalles zum Sauerstoff. Sodann schreiten wir zu unserem eigentlichen Versuche, indem wir so viel Magnesiumpulver in ein Phosphorlöffelchen schütten, daß es festgedrückt dieses gerade füllt. Den Löffel erhitzen wir in der Bunsenflamme, bis die Oberfläche des Magnesiumpulvers an einer Stelle zu glühen beginnt, nehmen ihn sodann aus der Flamme und warten, bis das Erglühen sich über die ganze Oberfläche ausgebreitet hat. In diesem Augenblick (und nicht etwa früher oder später!) bringt man das Löffelchen rasch und sicher unter die Mündung eines weiten Glastrichters (Durchmesser etwa 15 cm), den man folgendermaßen vorgerichtet hat (s. Fig.).

Über die Röhre des Trichters hat man ein Stückchen Gummischlauch gezogen und über diesen wieder ein Probierröhrchen (Länge 200 mm, Durchmesser 20 mm) so weit geschoben, daß es dicht und fest auf dem Trichterhals aufsitzt. Diese Vorrichtung wird in der pneumatischen Wanne völlig mit Wasser gefüllt und hierauf so, wie es die Figur zeigt, mit Hilfe eines Ostwaldschen Halters¹⁾ an einem Bunsenschen Stativ befestigt.



Das Füllen wird am besten in der Weise vorgenommen, daß man das abgenommene und für sich unter Wasser gefüllte Probierröhrchen mit seinem geschlossenen Ende aus dem Wasser hebt und hierauf die Mündung des Röhrchens unter Wasser auf den Hals des in der pneumatischen Wanne umgelegten Trichters (genauer auf den Gummischlauch) aufschiebt. Durch vorsichtiges Aufrichten des Trichters gelingt es dann leicht, die geringen Mengen von Luft, die sich noch unter dem Trichterande befinden, zu entfernen. Die Wanne soll 14 cm hoch mit Wasser gefüllt sein, der Rand des Trichters darf nicht mehr als 2 cm tief in das Wasser eintauchen.

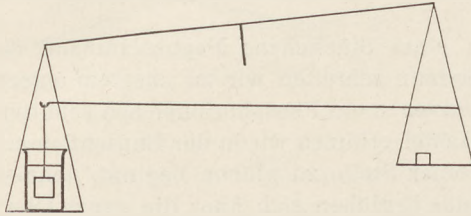
In demselben Augenblick, wo das glühende Magnesiumpulver unter Wasser kommt, erfolgt eine mit einer blendenden Lichterscheinung verbundene Detonation, und gleich darauf sieht man im Trichter eine beträchtliche Menge Gas aufsteigen, die, wenn der Versuch in richtiger Weise angestellt wurde, genügt, um den ganzen Probierröhrchen zu füllen. Andernfalls muß noch eine zweite Ladung Gas entwickelt werden.

Das entwickelte Gas kann nur aus dem Wasser stammen; es ist der gesuchte Bestandteil x . Wir geben ihm den Namen Wasserstoff. Vom Wasserstoffgas können wir voraussagen, daß es brennbar sein muß. Wir bestätigen unsere Voraussage durch den Versuch, indem wir zunächst die ganze Trichtervorrichtung, nachdem wir sie aus dem Stativ gelöst, so weit in das Wasser der Wanne einsenken, daß das aufgefangene Gas unter Atmosphärendruck steht, hierauf das Probierröhrchen, Mündung nach unten, von der Trichterröhre abheben und endlich das Gas mit einer Flamme in Berührung bringen.

¹⁾ Preisverzeichnis von C. Gerhardt in Bonn a. Rh., 13. Aufl., Nr. 3729.

Versuche mit einfachen Mitteln.

1. Hydrostatischer Versuch. Von Dr. H. Teege in Wilhelmshaven. Auf der einen Wagschale einer gewöhnlichen zweiarmigen Wage steht ein Gefäß mit Wasser; an der andern Wagschale hat man einen etwas stärkeren Draht befestigt, den man so umgebogen hat, daß er, ohne irgendwo zu berühren, mit seinem freien Ende in passender Höhe über der ersten Wagschale schwebt. An ihm befestigt man mittels



eines dünnen Fadens einen Körper, der spezifisch schwerer als Wasser sein möge.

Zunächst läßt man den Körper frei in Luft neben dem Wassergefäß herunterhängen und stellt in dieser Lage durch Tara oder passende Gewichtsstücke das Gleichgewicht der Wage her. Nun schiebt man, ohne aber im übrigen etwas zu ändern,

das Gefäß mit Wasser unter den Körper und läßt ihn eintauchen: sofort ist das Gleichgewicht gestört, was einen unerwarteten Eindruck macht.

Man stellt dann das Gleichgewicht wieder her, indem man auf die zweite Wagschale Gewichtsstücke auflegt, und kann nun zeigen, daß diese gleich der Summe von Auftrieb des Körpers und Gewichtszunahme des Wassergefäßes sind. Natürlich muß man zu diesem Zwecke die beiden Gewichte vorher einzeln bestimmt haben.

Ich brauche wohl kaum zu erwähnen, daß man dieselbe Anordnung auch für die Bestimmung des spezifischen Gewichtes benutzen kann; man hat dabei noch den Vorteil, daß man es mit doppelt so großen Gewichten zu tun hat, was die Genauigkeit der Bestimmung günstig beeinflusst.

Für die Praxis.

Das Zerkleinern des Eises. Von Gg. Heinrich in Neustadt a. d. Haardt. Das Zerkleinern des Eises ist eine „mißliche Sache“¹⁾, besonders wenn das Eis für Kältemischungen, zur Bestimmung des Eispunktes usw. ziemlich fein werden soll. Braucht man gar, für Schülerübungen, bedeutend größere Mengen, als man sonst herzustellen gewöhnt war, so steigt die Unannehmlichkeit. Es gibt allerdings Eiszerkleinerungsmaschinen; diese sind aber ziemlich teuer, sie kosten 20 M. und mehr. An deren Stelle leistet da recht gute Dienste eine Küchenmaschine, nämlich die „amerikanische Universal-Hack- und Schneidmaschine“, oder wie sie sonst heißen mag. Bei dieser Maschine dreht die Hand durch eine Kurbel eine Schraube und drückt durch die Schraube den zu zerkleinernden Stoff gegen die Messer, welche sich ebenfalls drehen und die Masse zerschneiden. Ich kenne zwei Ausführungsarten dieser Maschine. Bei der einen Art liegen die Messer im Innern; die Masse muß nach dem Zerschneiden noch durch eine Lochscheibe gedrückt werden, um herauszukommen. Maschinen dieser Bauart sind für uns unbrauchbar. Bei der andern Art drückt die Schraube die Masse aus der Maschine heraus und beim Herausquellen schneiden die außen sich drehenden Messer die Stücke ab. Maschinen dieser Bauart habe ich erprobt und für das Zerkleinern des Eises recht brauchbar gefunden. Die Maschinen sind ganz aus verzinnem Eisen hergestellt und sehr kräftig; besonders die größte Ausführung — diese kostet 8 M. — empfehle ich.

¹⁾ So nennt es K. Rosenberg in seinem „Experimentierbuch“.

Das Eis wird mit dem Hammer in geeignete Stücke geschlagen und diese Stücke werden dann „gemahlen“. Es genügt völlig, wenn man das gröbste, dreiflügelige Messer nimmt, man erhält dann einen sehr brauchbaren Eisbrei.

Die Verwendung des Gleichrichters nach NODON. Von H. Schnell in Landsberg a. Lech. Zu dem Bericht in Jahrg. 21, S. 331 erlaube ich mir noch folgendes hinzuzufügen. Statt der Bleiplatten sind auch Kohleplatten brauchbar. Als Elektrolyt habe ich mit gutem Erfolg eine gesättigte Lösung von doppeltkohlensaurem Natrium in destilliertem Wasser verwendet; selbst Spuren von Sulfaten, z. B. bei Benutzung von gipshaltigem Brunnenwasser, sind schädlich; auch muß die Erwärmung durch Wahl großer Gefäße auf ein möglichst geringes Maß herabgedrückt werden. Tantal und Niob sollen sich durch noch weit größere Ventilwirkung auszeichnen, selbst bei Verwendung von bestleitender Schwefelsäure. Mitteilungen über Erfahrungen hierüber würden gewiß allen Wechselstrombenutzern willkommen sein.

Behandlung der Kondensatorplatten. Von Bruno Kolbe in St. Petersburg. Nach einer längeren Pause, insbesondere nach den Sommerferien, versagen oft die Kondensatorplatten, d. h. sie geben einen minimalen oder gar keinen Ausschlag. Die Probe zeigt dann, daß sich eine leitende Schicht (Staub oder kondensierter Dampf) gebildet hat. Ladet man ein Elektrometer (mit aufgesetzter unterer Platte) durch Influenz so, daß der Ausschlag etwa 45° beträgt, so muß bei guter Isolation der Ausschlag unverändert bleiben, wenn man die obere Platte aufsetzt, ableitend berührt und wieder abhebt. Zeigt sich nun eine Abnahme der Ladung, so hilft meist folgendes Verfahren:

Die an den isolierenden Griff geschraubte Platte wird an der inneren Fläche mit einem Wasserstrahl (Wasserleitung) tüchtig abgespült und mit einem reinen, weichen Leinwandlappen ringsum abgetupft (nicht gewischt). Darauf hält man die Platte 15–20 cm über der Flamme einer Spirituslampe etwas schräg und bewegt sie im Kreise, bis die auftretende Dampfschicht verschwunden und die Rückseite warm, aber nicht heiß geworden ist. Diese Platte schraubt man auf das Elektrometer und behandelt die andere ebenso. Zum Abkühlen legt man sie so auf ein reines Stück Papier, daß die Platte mit dem Ende des Griffes und dem Rande aufliegt. Nach 5–10 Minuten sind die Platten verwendbar. — Im September 1907 zeigte ich einigen Fachkollegen diese Behandlung der Kondensatorplatten. Als der Apparat — nach 4 monatigem Nichtgebrauche — aus dem Schrank genommen wurde, zeigte das Elektrometer bei einem frischen Chromsäure-Element nur 0,5 Volt; nach obiger Behandlung aber 2,1 Volt — auch erwies jetzt die obige Probe eine gute Isolation.

Die Aufbewahrung der Kondensatorplatten habe ich mit gutem Erfolge in der Weise versucht, daß ich zwischen beide Platten eine schwach paraffinierte (s. d. F.) Glimmerplatte legte, deren Durchmesser etwa 2 cm größer ist als der der Platten. Auf die obere Platte wird eine Papierdüte gestülpt, die einen schmalen seitlichen Ausschnitt für den Ableitungsdraht hat. So haben meine Kondensatorplatten über 18 Jahre vorgehalten, ehe ein Umlackieren erforderlich war. — Natürlich darf man die lackierte innere Fläche nie mit den Fingern berühren. Auch halte man stets ein Stück reines Schreibpapier als Unterlage bereit, wenn man eine Platte aus der Hand legen muß.

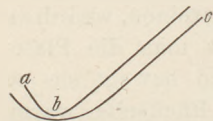
Das Paraffinieren der Glimmerplatten. Von Bruno Kolbe in St. Petersburg. Die Glimmerscheiben zeigen stets an den Kanten eine Lockerung der Lamellen. In die mikroskopisch feinen Spalten dringt durch Kapillarität Wasserdampf, der die Isolation

vermindert oder ganz aufhebt. Ein Trocknen über einer Gas- oder Spiritusflamme hilft nur vorübergehend. Solche Scheiben sind ganz ungeeignet zum Nachweis der Potentialdifferenz (Zink — verdünnte Schwefelsäure) nach Buff. Hier hilft ein sorgfältiges Paraffinieren der Glimmerscheiben.

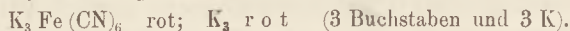
Die frisch aus einem größeren Stück geschnittenen dünnen Glimmerscheiben¹⁾ (Quadrate, deren Länge um 2—3 cm größer ist als der Durchmesser der Kondensatorplatten) werden nach gehörigem Trocknen mit den Kanten etwa 1 cm tief in siedendes Paraffin getaucht, etwa $\frac{1}{2}$ Minute lang. Eine genügend große, glatte Blechscheibe (20 × 20 cm) wird an den vier Seiten unterstützt, daß sie horizontal etwa 15 cm über einer breiten Spiritusflamme liegt. Darauf legt man die an den Kanten mit einer dicken Paraffinschicht versehene Glimmerscheibe und verreibt das schmelzende Paraffin mit einem Bausch hygroskopischer Watte über die ganze Glimmerscheibe. Ebenso verfährt man mit der anderen Seite. Nun nimmt man eine andere reine Blechplatte und frische Wattebäusche. Darauf legt man auf die Blechplatte ein Stück glattes reines Schreibpapier und setzt das Reiben mit erneuerten Papieren und Wattebäuschen fort, bis nur noch ein Hauch von Paraffin nachbleibt. (Preßt man an der Ecke die Scheibe zwischen Daumen und Zeigefinger, so darf kein Abdruck der Haut nachbleiben.) Die fertigen Scheiben müssen sorgfältig vor Staub geschützt aufbewahrt werden. Beim Gebrauche legt man beide Platten kreuzweise übereinander (daß die Ecken vorstehen).

Kleine chemische Notizen. Von Dr. M. Kleinstück, Assistent am chem. Inst. der Kgl. Forstakademie in Tharandt.

1. Einen einfachen Natriumlöffel, den man leicht herstellen kann, veranschaulicht beistehende Skizze. Ein Glasrohr von etwa 6 mm l. W. biegt man an einem Ende rechtwinklig um. Die Biegung *b* sei möglichst kurz und eng. Zum Gebrauch verschließt man das Glasrohr, nachdem man bei *a* etwas Natrium hineingebracht hat, bei *c* mit dem Zeigefinger und bringt das Ende *a* unter die mit Wasser gefüllte Röhre. Dann lüftet man bei *c* einen Augenblick, wodurch das Wasser mit dem Natrium in Berührung kommt und dieses in der Röhre in die Höhe steigt. Die Verengung bei *b* hat den Zweck, ein Zurücksteigen des Natriums im Löffel zu vermeiden²⁾.



2. Um die Formeln des gelben und roten Blutlaugensalzes nicht zu verwechseln, dürfte folgendes mnemotechnische Hilfsmittel gute Dienste leisten.



3. Das Litergewicht eines Gases läßt sich mit genügender Annäherung sehr leicht mit Hilfe folgender Formel berechnen:

$$L = \frac{1}{20} M = \frac{1}{200} M,$$

wobei *M* das Molekulargewicht des Gases bedeutet.

¹⁾ Meine beiden Glimmerscheiben haben eine Dicke von 0,051 und 0,057 mm, doch kann man Scheiben von 0,10—0,13 mm noch verwenden.

²⁾ *Anmerkung der Redaktion.* Da für den Versuch in obiger Form (Aufsteigenlassen von Natriumstücken in den Fußzylinder) mehrere verbürgte Fälle von unangenehmen Explosionen vorliegen, erscheint es zweckmäßig, den obigen Natriumlöffel dadurch abzuändern, daß man über *a* eine Drahtnetzkappe (nach Art der bekannten Natriumlöffel) anbringt, bei deren Befestigung die Verengung bei *b* benutzt werden kann.

Da ein Liter Sauerstoff unter Normalbedingungen 1,4291 g wiegt, so ergibt sich für das Litergewicht eines Gases vom Molekulargewicht M die einfache Beziehung

$$L = \frac{1,4291}{32} \cdot M = 0,04466 \cdot M.$$

Der Faktor ist nahezu gleich 0,045. Wie leicht ersichtlich, läßt sich diese Zahl in folgender für die Prozentrechnung äußerst bequemen Form schreiben:

$$0,045 = \frac{1}{20} - \frac{1}{200}.$$

Damit ergibt sich für die Berechnung des Litergewichts eines Gases die einfache Regel: Man dividiert das Molekulargewicht durch 20 und zieht von der erhaltenen Zahl 10% ab.

Folgende Beispiele sollen die bequeme und praktische Rechnungsweise zeigen.

a) Kohlensäure. $\text{CO}_2 = 44$. b) Luft. Molekulargewicht = 28,9. c) Chlor. $\text{Cl}_2 = 71$.

$$\frac{1}{10} M = 4,4$$

$$\frac{1}{20} M = 2,2$$

$$10\% \text{ hiervon} = 0,22$$

$$L_{\text{CO}_2} = 1,98.$$

$$\frac{1}{10} M \text{ (abgerundet)} = 2,9$$

$$\frac{1}{20} M = 1,45$$

$$10\% \text{ hiervon} = 0,15$$

$$L_{\text{Luft}} = 1,30$$

$$\frac{1}{10} M = 7,1$$

$$\frac{1}{20} M = 3,55$$

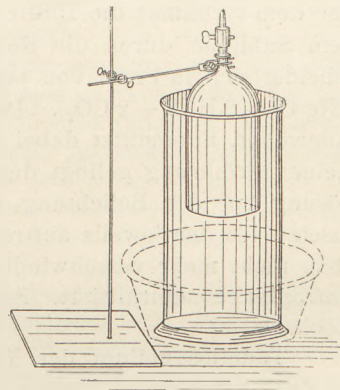
$$10\% \text{ hiervon} = 0,36$$

$$L_{\text{Cl}} = 3,19$$

Man benutzt eigentlich in diesem Falle die didaktischen Atomgewichte ($H = 1$); die Werte werden daher noch genauer, wenn bei der Berechnung die Werte der didaktischen Atomgewichtstabelle zugrunde gelegt werden.

Nützliche Verwendung der Hahnglocke. Von Prof. G. Erckmann in Bingen a. Rh.

Eine von Gerhardt in Bonn a. Rh. bezogene Glasglocke mit in den Hals eingeschlifftem Glashahn¹⁾ leistet mir bei verschiedenartigen Versuchen gute Dienste. Die Glocke besitzt eine Höhe (ohne Glashahn) von 22 cm, einen äußeren Durchmesser von 10,5 cm und eine lichte Weite von 8 cm. Sie faßt etwa 1050 ccm. Als pneumatische Wanne, zur Glocke passend (die gewöhnlichen Wannen des Laboratoriums sind zu niedrig), benutze ich einen Standzylinder für anatomische Präparate²⁾ von weißem, starkem Glase, Höhe 40 cm, lichte Weite 15,5 cm (die Weite kann der größeren Bequemlichkeit beim Hantieren halber noch etwas größer gewählt werden, etwa 18 cm). Die Hahnglocke wird in dem Standzylinder in ihrer Lage erhalten, indem man sie mit Hilfe eines Ostwaldschen Halters in ein Bunsensches Stativ einspannt (siehe Figur). Öfters genügt es schon, sie während des Versuchs mit der linken Hand festzuhalten.



Das Füllen der Hahnglocke mit Wasser braucht nicht weiter beschrieben zu werden. Nur soviel werde darüber bemerkt, daß man beim Hochheben der mit Wasser gefüllten Glocke soviel Wasser in den Standzylinder nachgießen muß, daß er wieder bis zum Rande gefüllt ist. Um zu vermeiden, daß später beim Füllen der Hahnglocke mit Gas das überlaufende Wasser den Experimentiertisch überflutet,

¹⁾ Preisverzeichnis über chemische Apparate und Gerätschaften von C. Gerhardt in Bonn, 13. Aufl., Nr. 1450.

²⁾ a. a. O. Nr. 639.

stellt man den Standzylinder in eine gewöhnliche Porzellan-Waschschüssel ein (wie dies in der Figur durch die punktierte Zeichnung angedeutet ist). Die Hahnglocke kann nun z. B. zum Mischen von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, also zur Herstellung von Knallgas benutzt werden. Zu diesem Zwecke muß sie zuerst graduiert werden (mit Hilfe einer Feile oder eines zum Schreiben auf Glas dienenden Blaustiftes). Das Knallgas steht in der eingesenkten Glocke unter hydrostatischem Drucke und kann direkt aus ihr entnommen werden, indem man z. B. die Mündung einer elektrischen Pistole über das Hahnrohr schiebt und den Hahn einige Augenblicke öffnet. Will man mit Knallgas gefüllte Seifenblasen (Seifenschaum) herstellen, so zieht man über das Hahnrohr einen Gummischlauch, dessen anderes Ende eine Glasröhre trägt. (Vorsicht! Die Menge des Knallgasschaums darf nur sehr gering sein wegen der überaus heftigen Detonation.) Auch zum Experimentieren mit Azetylen-gas ist die Hahnglocke sehr gut geeignet. In diesem Falle befestigt man mit Hilfe eines kurzen Gummischlauchstückchens einen Azetylenbrenner auf der Hahn-röhre. Man füllt die Glocke mit dem Azetylen-gas, indem man einige Calciumkarbidstückchen in einen kleinen eisernen (langstieligen) Schmelzlöffel wirft und diesen unter die Mündung der (mit Wasser gefüllten) Glocke bringt. Die Azetylenflamme läßt sich sowohl vermittelt des Hahns als auch durch Senken und Heben der Glocke regulieren.

Es kann beim Experimentieren mit der Hahnglocke leicht vorkommen, daß das Hahnrohr aus dem Halse der Glocke herausschlüpft. Es empfiehlt sich deshalb, Hahnrohr und Glockenhals vermittelt eines biegsamen Kupferdrahtes unbeweglich miteinander zu verbinden.

Reduktion von Quecksilberchlorid durch Oxalsäure unter dem Einflusse der Sonnenstrahlen. Von Prof. G. Erckmann in Bingen a. Rh. Nach Schoras (vgl. ARENDT, Technik, 2. Aufl., S. 620) wirkt Oxalsäure auf Quecksilberchlorid (Sublimat) erst bei sehr lange fortgesetztem Sieden merklich reduzierend ein, sehr rasch und vollkommen dagegen schon in der Kälte, wenn man die gemischte Lösung in das direkte Sonnenlicht bringt. Die Oxalsäure zerfällt dabei in Kohlendioxyd und naszierenden Wasserstoff, der dem Sublimat die Hälfte seines Chlors unter Salzsäurebildung entzieht; das aus dem Sublimat durch die Reduktion entstandene unlösliche Quecksilberchlorür aber scheidet sich in Form von perlmutterglänzenden Blättchen aus ($2 \text{ Hg Cl}_2 + \text{C}_2 \text{O}_4 \text{H}_2 = 2 \text{ Hg Cl} + 2 \text{ H Cl} + 2 \text{ CO}_2$). Das Sonnenlicht, dem ja bekanntlich reduzierende Kraft innewohnt, unterstützt dabei die Oxalsäure in ihrer reduzierenden Wirkung. — Nach meiner Erfahrung gelingt der Versuch jedoch nur dann, wenn man der gemischten Lösung vor der Belichtung vorsichtig tropfenweise so viel verdünnte Natronlauge zusetzt, bis der jeweils auftretende Niederschlag von Quecksilberoxyd beim Schütteln eben nicht mehr verschwindet, mit anderen Worten, wenn man die Oxalsäure durch Natronlauge neutralisiert. Bei der Reduktion entsteht dann statt der freien Salzsäure Kochsalz.

Tadellos gelingt der Versuch, wenn man die Sublimatlösung statt mit freier Oxalsäure mit einer Lösung von neutralem Kaliumoxalat, wie es beim Eisenoxalat-entwickler in der Photographie Verwendung findet, vermischt. Diese Mischung bleibt im Dunkeln unbegrenzt lange klar; man hebt sie am besten in einem Probierröhrchen auf, das man in ein Pappfutteral einschiebt, wie es zum Aufbewahren der Thermometer und Aräometer gebraucht wird. Setzt man das Probierröhrchen der direkten Sonnenbestrahlung aus, so findet in der Sommersonne schon nach wenigen Minuten eine reichliche Abscheidung der Kalomelblättchen statt. Die perlmutterglänzenden Blättchen färben sich auf Zusatz von Ammoniak tiefschwarz (Kalomelreaktion).

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Ein Projektionsschirm mit metallischer Oberfläche.¹⁾ Von H. LEHMANN. Der Verfasser geht davon aus, daß wie bei einem guten Gemälde, so auch bei der Reproduktion farbiger Photographien der Hauptnachdruck nicht auf die absoluten Helligkeiten, sondern auf die richtige Abstufung der Helligkeitsunterschiede zu legen sei. Namentlich die Lumièreischen Autochromplatten leiden an dem Fehler, daß die gesamte Helligkeit bei der Betrachtung im durchfallenden Licht wegen der starken Absorption auf einen kleinen Bruchteil ($\sim \frac{1}{10}$) des Wertes herabgedrückt wird, den unsere normale Umgebung zeigt, und daß dadurch auch die Helligkeitsstufen wesentlich verschoben, die zarten Abstufungen in den Schatten vollkommen zum Verschwinden gebracht werden usf. Diesem Übelstand kann bei subjektiver Betrachtung auf verschiedene Weise abgeholfen werden, bei der Projektion dagegen, wobei im allgemeinen die Vergrößerung und die Stärke der Lichtquelle gegeben ist, ist dies viel schwieriger. Hier kann nun das Ziel durch Erhöhung der Reflexionskraft des Projektionsschirmes erreicht werden. Die Idee, einen metallischen Überzug bei Projektionsschirmen zu verwenden, ist bereits 1891 in Amerika von Anderton verwirklicht worden, doch nicht recht zur Anwendung gelangt. Der Verfasser überzieht die Fläche des Schirmes mit dem als Bronzefarbe käuflichen Aluminiumpulver; er bringt es aber nicht in Form einer Emulsion (in Lösung von Gummi, Celluloid oder dgl.) auf die Fläche, da hierbei die Metallblättchen eine zu verschiedene Lage annehmen; er verfährt vielmehr so, daß er erst das Bindemittel aufträgt, es bis zu einer gewissen Viskosität eintrocknen läßt und dann das Metallpulver trocken darauf bringt. Derartig präparierte Flächen erscheinen beträchtlich heller als die nach der Emulsionsmethode hergestellten; dies rührt daher, daß die Metallblättchen sich wie kleine Spiegelchen in nahezu parallelen Lagen anordnen. Solche Schirme haben allerdings den Nachteil, daß sie bei stark seitlicher Betrachtung stark an Wirksamkeit verlieren; verbessert wird die Wirkung auch nach den Seiten hin, wenn man die Oberfläche nicht glatt, sondern wellen-

förmig geriefelt macht (solche Schirme liefert das Zeißwerk in Jena).

Durch photometrische Versuche wurde die Helligkeit H (verglichen mit der von gewöhnlichem weißen Papier = 1) und der nutzbare Streuungswinkel W festgestellt. Es ergab sich: Glatter Aluminiumschirm $H = 13,8$; $W = 48^\circ$. — Schirting-Aluminiumschirm $7,8$; 61° . — Geriefelter Aluminiumschirm $3,4$; 84° . — Aluminium in Celluloid (Liesegangs Totalreflexmasse) $3,4$; 71° . — Aluminiumpulver auf Gummistoff (Gummifabrik Harburg-Wien) $2,9$; 56° . — Mattglas mit versilberter Mattseite $1,6$; 96° . — Eine konstante Helligkeit innerhalb eines größeren Winkelbereichs ergab namentlich der geriefelte Schirm.

Der glatte Aluminiumschirm empfiehlt sich für lichtschwache Mikroprojektionen sowie für lichtschwache physikalische Erscheinungen (Polarisationsphänomene, Spektren usw.). Bei in die Breite ausgedehnten Auditorien kann man durch Drehbarmachung des Schirmes die Wirkungssphäre erweitern. Für ausgedehntere Bilder verwendet man besser den Schirtingschirm oder den geriefelten Schirm. Doch soll man zu diesen Schirmen nur dann greifen, wenn die Beleuchtungsstärke wirklich nicht ausreicht, d. h. wesentlich unter 50 Hefner-Meterkerzen liegt. Dies wird außer bei Autochromplatten namentlich bei episkopischer Projektion zutreffen. Mit der Verbesserung der Helligkeitswerte tritt natürlich zugleich eine solche der Farbenwerte ein, d. h. die Bilder erscheinen farbenprächtiger als bei gewöhnlicher Projektion.

Effektivwert und galvanometrischer Mittelwert des Wechselstromes.¹⁾ Von Dipl.-Ing. K. HOERNER. Die Schwierigkeiten, welche sich dem Eindringen in das Verständnis der Wechselstromvorgänge entgegenstellen, beginnen meist mit dem Begriff des Effektivwertes, dessen Erläuterung und Bestimmung nicht leicht durch ein Experiment unterstützt werden kann, wenn nicht ein Oszillograph zur Verfügung steht.

Dem Mangel eines einfachen Experimentes kann jedoch abgeholfen werden, wenn man

¹⁾ Verh. d. D. Physik. Ges. 11, 123; 1909.

¹⁾ Mitgeteilt vom Verfasser aus dem *Elektrot. Anzeiger* 1908, Nr. 62.

den Umstand berücksichtigt, daß der Effektivwert seinem Wesen nach zunächst bei denjenigen Wirkungen des Wechselstromes in Frage kommt, welche von dem Vorzeichen unabhängig sind. Man kann daher den Wechselstrom durch einen Wellenstrom, d. h. einen solchen wechselnder Größe, aber gleichbleibender Richtung, ersetzen.

Nimmt man z. B. den — in der Praxis allerdings seltenen — Fall an, daß der Wechselstrom die in Fig. 1 dargestellte Kurvenform

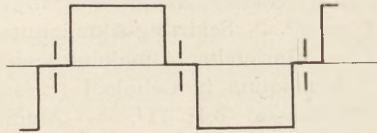


Fig. 1.

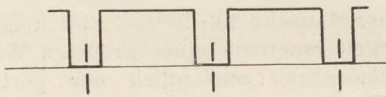


Fig. 2.

hat, so kann derselbe für den vorliegenden Zweck durch einen Wellenstrom, wie in Fig. 2 gezeichnet, ersetzt werden, welcher leicht durch Unterbrechung von Gleichstrom erzeugt werden kann.

Eine einfache Versuchsanordnung, welche meines Wissens noch nirgends angegeben wurde, ermöglicht es dann, den Zusammenhang der drei bei wechselndem Strom in Betracht kommenden Werte, des Maximal-, Effektiv- und galvanometrischen Mittelwertes, und zwar bei verschiedener Kurvenform, zu zeigen.

Erforderlich ist ein Drehspul- und ein Hitzdrahtvoltmeter mit einem der vorhandenen Gleichstromspannung entsprechenden Meßbereich, sowie ein Unterbrecher etwa folgender Konstruktion: Ein Zylinder aus isolierendem Material wird mit mehreren, z. B. vier, Ringstücken aus Metall versehen, von denen das erste den ganzen Umfang, das zweite z. B. drei Viertel, das dritte die Hälfte und das letzte ein Viertel des Umfanges des Zylinders umfaßt. Diese Kontaktstücke werden, falls man sie nicht aus einem Stück Blech schneidet, leitend miteinander verbunden, die Walze so gelagert, daß man sie durch eine Kurbel von Hand oder durch Schnurtrieb in rasche Umdrehung bringen kann; feststehend werden vier Bürsten *a, b, c, d* einfachster Art angebracht, von denen jede auf einem der vier Kontaktstücke schleift, wie es Fig. 3 zeigt.

Legt man nun die Bürste, welche auf dem ganzen Ringstück schleift, an einen Pol

der Stromquelle, und die beiden Voltmeter in Parallelschaltung einerseits an den anderen Pol, andererseits an eine der übrigen Bürsten, so wird bei rotierender Walze der Strom in den Instrumenten je nach dem Umfang des benutzten Ringstückes bei jeder Umdrehung auf kürzere oder längere Zeit unterbrochen¹⁾.

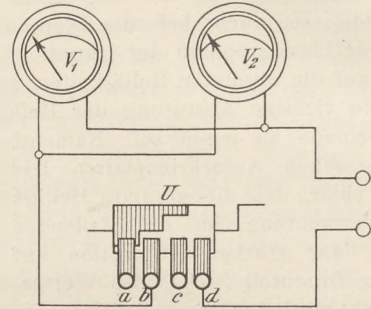


Fig. 3.

Beträgt die Spannung z. B. 120 Volt, so werden bei ruhender Walze und Kontaktstellung beide Instrumente diesen Wert zeigen; läßt man dagegen die Walze rotieren, und zwar so rasch, daß die Zeiger der Instrumente eine konstante Einstellung annehmen, so zeigt (vgl. Fig. 3) bei Anschluß der Voltmeter an Bürste

	a	b	c	
d. h. bei einer Kontaktdauer von	1	1	3	
	4	2	4	Umdrehung,

das Drehspulvoltmeter

	30	60	90 Volt,
d. h.	$\frac{1}{4} \times 120$	$\frac{1}{2} \times 120$	$\frac{3}{4} \times 120$ Volt,

das Hitzdrahtvoltmeter

	60	85	104 Volt,
d. h.	$\sqrt{\frac{1}{4}} \times 120$	$\sqrt{\frac{1}{2}} \times 120$	$\sqrt{\frac{3}{4}} \times 120$ Volt.

Da der Ausschlag des Drehspul-Instrumentes dem durchfließenden Strom direkt proportional ist, so gibt die bei rascher Drehung

¹⁾ Statt der flachen Unterbrechungskurve kann man abgestufte Kurven, die sich der Sinusform nähern, erhalten, wenn man auf der erwähnten Walze Widerstände anbringt und diese durch Kontaktstücke und Bürste vorschaltet. Das Drehspulvoltmeter muß dann durch einen Nebenschluß auf gleichen Widerstand wie das Hitzdrahtvoltmeter gebracht werden. (Nachträglicher Zusatz des Verfassers.)

des Unterbrechers erreichte Einstellung des Zeigers den arithmetischen, in der Elektrotechnik meist als galvanometrischer bezeichneten Mittelwert des Wellenstromes an, welcher bekanntlich bei der Berechnung von Wechselstrommaschinen sowie bei Elektrolyse in Frage kommt.

Die Ausschläge des Hitzdrahtinstrumentes sind dagegen der zweiten Potenz des jeweils durchfließenden Stromes proportional; seine Angabe bei obigem Versuch ist daher der Effektivwert, welcher im allgemeinen kurz als

der Betrag von Spannung oder Strom bezeichnet wird. Bei dauerndem Kontakt zeigen beide Instrumente den Maximalwert des verwendeten Wellenstromes an.

Man ist also in der Lage, das gegenseitige Verhältnis von Maximal-, Effektiv- und galvanometrischem Mittelwert durch einen kurzen Versuch zu bestimmen und dies für verschiedene Kurvenformen auszuführen. Die mit Wellenstrom gewonnenen gelten dann ohne weiteres für Wechselstrom gleicher Kurvenform.

2. Forschungen und Ergebnisse.

Radioaktivität. 1. α -, β -Strahlen und Heliumbildung. Die α -Teilchen der radioaktiven Substanzen erleiden beim Durchgang durch die Materie einen Geschwindigkeitsverlust, der mit zunehmender Dicke der durchstrahlten Schicht allmählich größer wird. Andererseits verlieren sie am Ende einer bestimmten Weglänge plötzlich ihr Ionisationsvermögen, ihre photographische Wirksamkeit sowie ihre Fähigkeit, Fluoreszenz zu erregen. Bragg hatte dies dadurch erklärt, daß die Teilchen, sobald ihre Geschwindigkeit unter einen kritischen Wert sinkt, nicht mehr imstande sind, jene drei Wirkungen auszuüben. Hiernach müßten aber nach ASCHKINASS die Teilchen jenseits der Reichweite, wenn auch mit sehr geringer Geschwindigkeit, immer noch vorhanden sein und sich trotz des Fehlens jener drei Wirkungen durch ihre positiven Ladungen zu erkennen geben¹. Da der eindeutige Nachweis des Ladungstransports der α -Strahlen nur im höchsten Vakuum gelingt, so konnte nur der Durchgang der Teilchen durch feste Körper untersucht werden. Als Strahlungsquelle diente Polonium, dessen α -Teilchen eine Anfangsgeschwindigkeit von $1,67 \cdot 10^9$ cm/sec und einen Wirkungsbereich von 3,86 cm Luft = 23,4 μ Aluminium besitzen. Es wurden nun Aluminiumblätter von allmählich wachsender Anzahl innerhalb eines Vakuumgefäßes in den Gang der α -Strahlen gebracht und ihre Ladung mit einem Elektrometer beobachtet. Es zeigte sich, daß die Ladung noch bei einer Schichtdicke von 13,7 μ nicht herabgesetzt war. Bei größerer Schichtdicke nahm sie dann rasch ab und verschwand bei etwa 24 μ . Das deutet darauf hin, daß die α -Teilchen in der Materie nicht allmählich zur

Ruhe kommen, sondern plötzlich stecken bleiben, sobald ihre Geschwindigkeit den kritischen Wert erreicht hat.

Etwas beeinflusst dürften diese Versuche werden durch die Zerstreuung der α -Teilchen im Aluminium. Daß eine solche auch in Luft schon eintritt, hat H. GEIGER in folgender Weise gezeigt¹. Die Strahlungsquelle (ein α -Strahlen emittierendes Radiumpräparat) befand sich am einen Ende einer 2 m langen und 4 cm weiten Glasröhre, die am andern Ende durch einen phosphoreszierenden Schirm abgeschlossen war. Die α -Teilchen passierten einen engen Spalt und erregten auf dem Schirm Szintillation, die durch ein Mikroskop beobachtet wurde. War die Röhre gut evakuiert, so sah man die Fünkchen nur innerhalb des geometrischen Spaltbildes; trat aber nur etwas Luft ein, so war die Szintillationsfläche bedeutend vergrößert. Das gleiche zeigte sich, wenn der Spalt im Vakuum mit einem Gold- oder Aluminiumblättchen bedeckt wurde.

Die durch Beobachtung der Szintillation von Regener ausgeführte Zählung der α -Teilchen (d. Zeitschr. 21, 258) wurde von RUTHERFORD und GEIGER durch eine elektrische Methode ergänzt². Hierzu wurde die durch ein α -Teilchen in einem Gase erzeugte Ionisation durch Ionenstoß vergrößert. Nach Townsend werden neue Ionen erzeugt, sobald die Ionen sich in einem Gase von relativ geringem Drucke und unter dem Einfluß eines elektrischen Feldes bewegen, dessen Intensität dem Entladungspotential nahe ist. Die Strahlungsquelle (*Ra C*) befand sich an dem einen Ende eines 450 cm langen evaku-

¹) Annalen d. Physik 27, 377 (1908).

¹) Proc. of the Royal Soc. 81, 174; Naturw. Rdsch. 23, 620 (1908).

²) Phys. Zeitschr. 10, 1 (1909).

ierten Glasrohres, das durch ein sehr dünnes Glimmerfenster mit dem Ionisationsgefäß in Verbindung stand. Dieses war auch evakuiert und hatte zwischen der Wand und der axialen Elektrode einen Spannungsunterschied von 1320 Volt. Jedes durch das Glimmerfenster eintretende α -Teilchen erzeugte durch Stoß einige tausend neuer Ionen und dadurch einen Ausschlag des mit der axialen Elektrode verbundenen Elektrometers von etwa 10 Skt. Diese Ausschläge wurden für einen bestimmten Zeitraum (10 Min.) gezählt; es waren durchschnittlich 4 in der Minute. Ist r der Abstand der Strahlenquelle von dem Fenster, A dessen Oberfläche, n die Zahl der pro Sekunde durch das Fenster dringenden α -Teilchen, so ist die Zahl der von der Strahlenquelle pro Sekunde ausgesandten Teilchen $Q = 4\pi r^2 \cdot n/A$. Die Verf. erhielten so als Gesamtzahl der in 1 Sek. von 1 g Radium oder seinen α -Strahlen aussendenden Produkten bei radioaktivem Gleichgewicht ausgeschleuderten α -Teilchen $3,4 \cdot 10^{10}$. Dieselbe Zahl wurde durch Zählung der Szintillationsfünkchen gefunden; daraus folgt, daß jedes α -Teilchen auch ein Fünkchen erzeugt.

Es ist von Interesse, hiermit die Zahl der von einem Gramm Radium im Gleichgewichtszustande ausgesandten β -Teilchen zu vergleichen, wie sie von W. MAKOWER bestimmt wurde¹⁾. Dazu wurde eine bestimmte Menge Emanation in ein Glasröhrchen eingeschlossen, dessen Wände die α -Strahlen zurückhielten, die β -Strahlen aber größtenteils hindurchließen. Das Glasröhrchen war außen mit dünnem Aluminiumblatt bekleidet, an das ein Potential gelegt werden konnte, und befand sich in der Achse eines Messingzylinders, von dem ein Draht zu einem Elektrometer führte. Das Ganze befand sich in einem zu evakuierenden Glasgefäß. Die von den β -Teilchen mitgeführte gesamte Ladung wurde von dem Messingzylinder aufgenommen, und ihre Größe in der Sekunde durch das Elektrometer gemessen. Da die von einem β -Teilchen mitgeführte Ladung $4,65 \cdot 10^{-10}$ elektrostatische Einheiten beträgt, so läßt sich aus beiden Größen die Zahl der β -Teilchen berechnen. Die geringe Menge der von *Ra B* herrührenden Strahlung sowie eine schwache Absorption der β -Strahlen in den Wänden der Glasröhre erforderte eine kleine Korrektur der erhaltenen Zahlenwerte. Unter Berücksichtigung dieser erhielt der Verf. für die Zahl der β -Teilchen, die von

Ra C pro Gramm Radium in 1 Sek. ausgesandt werden, $5,0 \cdot 10^{10}$. Diese Zahl stimmt mit der für die α -Teilchen gefundenen nahe überein, und man muß hiernach annehmen, daß für jedes α -Teilchen ein oder zwei β -Teilchen ausgesandt werden.

Eine direkte Zählung der β -Teilchen durch eine ähnliche Methode, wie er sie für die α -Strahlen anwandte, hat REGENER ebenfalls versucht, wenn auch ohne Erfolg¹⁾. Immerhin aber konnte eine deutliche Szintillation der β -Strahlen auf Baryumplatinocyanür festgestellt werden. Mit wohlausgeruhetem Auge ließ sich das Szintillieren noch auf 40 bis 50 cm Entfernung des Radiums von dem Schirm beobachten. Durch Messung des durch die β -Teilchen hervorgerufenen Sättigungsstromes ergab sich, daß bei 40 cm Entfernung des Radiums noch etwa 60 β -Teilchen pro Sekunde auf 1 qmm des Schirmes auftreffen müssen. Hiernach ist anzunehmen, daß die beobachteten Szintillationsflecke durch das Auftreffen mehrerer β -Teilchen hervorgerufen werden, daß also der durch ein β -Teilchen hervorgerufene Lichtpunkt unter der Wahrnehmungsgrenze des Auges liegt. Die durch eine ungefähr gleiche Zahl α -Teilchen auf einem Zinksulfidschirme hervorgerufene Szintillationserscheinung ist von einer ganz anderen Größenordnung der Helligkeit. — Die durch β -Strahlen veranlaßte Szintillation war noch deutlich zu sehen, wenn mehrere Millimeter dicke Schichten von Blei und Glas zwischen Radium und Leuchtschirm eingeschaltet waren. Überhaupt dürfte die szintillatorische Fluoreszenz eine Eigentümlichkeit aller korpuskulären Strahlung sein.

RUTHERFORD und GEIGER bestimmten bei ihren weiteren Versuchen noch die Ladung eines α -Teilchens sowie einige andere radioaktive Konstanten²⁾. Die Ladung eines Teilchens wurde gefunden aus der bekannten Zahl der Teilchen und der Gesamtladung aller α -Teilchen einer bekannten Radiummenge. Als Mittelwert der von einem α -Teilchen transportierten positiven Ladung ergaben sich $E = 9,3 \cdot 10^{-10}$ elektrostatische Einheiten. Ein anderer Weg der Berechnung von E ergibt sich aus dem Wärmeeffekt des Radiums, wenn man diesen der kinetischen Energie der α -Teilchen gleichsetzt. Die letztere Größe für 1 g Radium im Gleichgewicht ist $4,15 \cdot 10^4 N \cdot E$ Erg, wobei N die Zahl der in

¹⁾ Verh. d. Deutschen Phys. Ges. **10**, 351 (1908).

²⁾ Proceed. of the Royal Soc. **81**, 162 (1908);
Phys. Zeitschr. **10**, 42 (1909).

¹⁾ Phil. Mag. **17**, 171 (1909).

der Sekunde zerfallenden Radiumatome bedeutet; die von 1 g Radium entwickelte Wärmemenge beträgt 110 g/cal pro Stunde oder $1,28 \cdot 10^6$ Erg pro Sekunde. Setzt man diese beiden Größen einander gleich und nimmt für N den direkt gefundenen Wert $3,4 \cdot 10^{10}$, so ergibt sich $E = 9,1 \cdot 10^{-10}$ elektrostatische Einheiten. Beide für E gefundenen Werte stimmen vorzüglich miteinander überein. Nimmt man an, daß die von einem α -Teilchen mitgeführte Ladung aus zwei elektrischen Elementarquanten e besteht, so ergibt sich (aus dem ersten Wert von E) $e = 4,65 \cdot 10^{-10}$ E. S. E. Diese Zahl stimmt mit dem von Planck theoretisch abgeleiteten Wert $4,69 \cdot 10^{-10}$ gut überein, ist aber größer als die von Thomson, Wilson u. a. gefundenen Werte. Aus der Halbwertsperiode des Radiums berechneten die Verff. die Ladung eines Wasserstoffatoms zu $4,1 \cdot 10^{-10}$ E. S. E., also auch einen mit den vorigen nahe übereinstimmenden Wert von e .

Das Verhältnis E/M der Ladung zur Masse für das α -Teilchen wurde durch Ablenkungsmessungen im magnetischen und elektrischen Felde zu $5,07 \cdot 10^3$ E. M. E. bestimmt; der entsprechende Wert für das Wasserstoffatom ist $e/m = 9,63 \cdot 10^3$. Daraus ergibt sich für $E = 2e$, $M = 3,84 m$, d. h. das Atomgewicht eines α -Teilchens ist 3,84. Da das Atomgewicht des Heliums 3,96 ist, so kann man wohl schließen, daß das α -Teilchen nach Verlust seiner positiven Ladung ein Heliumatom wird.

Diese Folgerung wurde von RUTHERFORD durch besondere Versuche direkt bewiesen¹⁾. Eine gewisse Menge Emanation wurde durch Quecksilberdruck in eine Glasröhre gepreßt; an diese war eine enge Kapillare angeschmolzen, die genügend dünn war, um die α -Teilchen hindurchzulassen, genügend dick, um dem Atmosphärendruck zu widerstehen. Die α -Teilchen durchdrangen die Wände der Kapillare und konnten außerhalb derselben innerhalb ihres Wirkungsbereiches durch das Aufleuchten eines Zinksulfidschirms nachgewiesen werden. Die Emanation enthaltende Röhre wurde nun von einer weiteren, evakuierten Glasröhre umgeben, die unten mit Quecksilber abgeschlossen war und oben in eine geschlossene Kapillare auslief. Die α -Teilchen gelangten also in diese Außenröhre; etwa sich bildende Gase wurden durch das Quecksilber in die Kapillare gepreßt und konnten hier spektroskopisch geprüft werden.

¹⁾ Phil. Mag. 17, 281 (1909).

Nach 24 Stunden war noch keine Spur von Helium zu bemerken; nach zwei Tagen waren die gelbe, nach 4 Tagen die grüne, nach 6 Tagen alle stärkeren Linien des Heliums sichtbar. Das Helium war nicht etwa in der inneren Röhre entstanden und durch deren Wände in den Außenraum diffundiert; denn wenn die Innenröhre mit komprimiertem Helium gefüllt wurde, so war auch nach 8 Tagen in dem Außenrohr keine Spur von Helium zu beobachten. Die Glaswand war also wohl für die α -Teilchen, nicht aber für das Heliumgas durchlässig. Dieses konnte sich daher nur aus den α -Teilchen gebildet haben.

Daß das Helium erst nach 2 Tagen und nicht früher sich bemerkbar machte, bewies, daß es in die Glaswand eindrang und aus dieser erst allmählich in die evakuierte Röhre gelangte. Zur Bestätigung dieser Auffassung diente folgender Versuch. Die äußere Röhre wurde durch einen kleinen Zylinder aus Blei- oder Zinnfolie ersetzt und dieser nur vier Stunden lang der Einwirkung der aus der Emanationsröhre kommenden α -Strahlen überlassen. Der Bleizylinder wurde dann in einem anderen Rohr, das mit reinem Sauerstoff gefüllt und evakuiert wurde, erwärmt; hierbei entwickelte sich ein Gas, das schon nach 24 Stunden die grünen und gelben Heliumlinien zeigte. Das Helium entweicht also nicht auf einmal aus dem Blei oder Glas, sondern ganz allmählich.

Aus der von RUTHERFORD für die Zahl der α -Teilchen gefundenen Größe läßt sich auch die Menge des in 1 Sek. gebildeten Heliums berechnen. Vom *Ra C* allein werden $3,4 \cdot 10^{10}$ α -Teilchen pro Gramm und Sekunde, eine viermal so große Zahl nach Bragg und Boltwood vom Radium im Gleichgewicht mit seinen Zerfallsprodukten ausgesandt. Hiernach ist die Zahl der pro Sekunde und Gramm Radium sich bildenden Heliumatome $4 \cdot 3,4 \cdot 10^{10}$. Die Menge Helium, die sich aus einem Gramm Radium bildet, ist somit $5 \cdot 10^{-9}$ ccm pro Sekunde, 0,43 cmm pro Tag, 158 cmm pro Jahr.

Eine genaue experimentelle Bestimmung der Geschwindigkeit der Heliumbildung hat DEWAR ausgeführt¹⁾. Er benutzte dazu ein Radiometer, mit dem noch ein Druck von $\frac{1}{50000000}$ Atmosphäre nachgewiesen werden konnte. 70 mg Radiumchlorid befanden sich in einem zylindrischen Glasbehälter, der durch Eintauchen von angeschmolzenen, mit Kohle gefüllten Rohren in

¹⁾ Proc. of the Royal Society 81, 280 (1908); Naturwiss. Rdsch. 1909, S. 10.

flüssige Luft evakuiert wurde; es konnte so ein Vakuum von 0,000054 mm erreicht werden. Ein Seitenrohr führte von dem Glasbehälter zum Manometer. In den ersten drei Tagen war die Zunahme des Druckes sehr gering; sie betrug nur etwa 0,3 cmm pro Gramm Radium und Tag. Das Radium wurde dann wiederholt erwärmt und abgekühlt und der Versuch bis zu 1100 Stunden ausgedehnt. Eine Versuchsreihe ergab eine Zunahme von 0,417 cmm pro Gramm Radium und Tag, eine zweite genauere 0,37 cmm. Durch besondere Versuche wurde der Nachweis geführt, daß die Druckzunahme von dem stetig aus dem Radium sich bildenden Helium herrührt. Die gefundene Menge stimmt in ganzen mit dem von RUTHERFORD berechneten Werte überein.

SODDY konnte die unmittelbare Bildung von Helium aus Uran nachweisen¹⁾. Er benutzte zu seinen Versuchen 4 kg Uraniumnitrat, die 1850 g Uran enthielten. Nach 61 Tagen wurde die Anwesenheit von Helium vom mehrfachen Betrage der kleinsten durch die Methode nachweisbaren Menge in den extrahierten Gasen nachgewiesen. Die Produktionsgeschwindigkeit betrug annähernd $2 \cdot 10^{-12}$ pro Jahr, d. h. aus 1000000 kg Uran werden jährlich etwa 2 mg Helium erzeugt. Das ist dieselbe Zahl, die der Verf. aus der Zerfallstheorie unter der Annahme berechnet hatte, daß ein Atom Uran ein Atom Helium erzeugt. Auch aus Thorium ließ sich dieselbe Menge Helium nachweisen; 350 g Thorium zeigten nach 7 Monaten etwa 0,2 g Helium, was ebenfalls einer Heliumproduktion von $2 \cdot 10^{-12}$ pro Jahr entspricht.

2. Die Emanation. Nach früheren Untersuchungen von CAMERON und RAMSAY sollte die Radiumemanation die Umwandlung der Atome einiger Stoffe veranlassen; so sollte Kupfer in Lithium übergehen, die Emanation sich in Gegenwart von Kupferlösungen in Argon, in Gegenwart von Wasser in Neon umwandeln. In einer neueren Arbeit geben die Verf. die Möglichkeit eines Irrtums für die beiden ersten Fälle zu, da Spuren von Lithium bzw. Argon schwer zu entfernen seien; die Bildung von Neon dagegen wird aufrecht erhalten²⁾. RUTHERFORD stellte hierüber neue Versuche an, kam aber auch in bezug auf das Neon zu einem negativen Ergebnis³⁾. Er zeigte zunächst,

daß bereits $\frac{1}{15}$ ccm Luft, in ein kapillares, mit flüssiger Luft gekühltes Vakuumrohr eingeführt, die gelbe Neonlinie erkennen läßt; $\frac{2}{15}$ ccm geben auch die roten Linien, $\frac{1}{3}$ ccm ein glänzendes Neonspektrum. Da nach Ramsay in 100000 Volumteilen Luft nur 1 Teil Neon enthalten ist, so läßt sich weniger als ein Millionstel Kubikzentimeter Neon spektroskopisch feststellen. Die sorgfältig gereinigte Radiumemanation wurde nun in einem Glasrohr, das von jeder Luft befreites destilliertes Wasser enthielt, durch Eintauchen des Rohrs in flüssige Luft kondensiert. Der durch Einwirkung der Emanation auf das Wasser gebildete Wasserstoff und Sauerstoff wurden nach drei Tagen entfernt und die zurückbleibenden Gase zur spektroskopischen Untersuchung in das kapillare Vakuumrohr geleitet. Hier beobachtete man ein glänzendes Helium, aber keine Spur vom Neonspektrum. Die entgegengesetzten Beobachtungen von Cameron und Ramsay sind nach RUTHERFORD auf Stickstoffreste zurückzuführen, die auch geringe Neonmengen enthielten.

Die von einem Gramm Radium im Gleichgewichtszustande entwickelte Menge der Emanation ist eine bestimmte Größe; aus verschiedenen radioaktiven Daten berechnete RUTHERFORD sie zu 0,57 cmm. Experimentelle Bestimmungen, die Ramsay und Soddy sowie Ramsay und Cameron vornahmen, ergaben 1,2 bzw. 7,05 cmm, also sowohl unter sich wie von der berechneten Zahl sehr verschiedene Werte. Es schien RUTHERFORD daher sehr wichtig, diese Bestimmungen mit einem von der Wiener Akademie zur Verfügung gestellten Präparat von 250 mg Radium zu wiederholen¹⁾. Die aus diesem durch Erhitzen oder durch Lösung gewonnene Emanation wurde zugleich mit etwa 1 ccm Wasserstoff über Quecksilber in einer kleinen Röhre aufgefangen, durch Kaliumhydroxyd von CO_2 gereinigt, in einem U-Rohr durch flüssige Luft kondensiert, dann wieder verflüchtigt und in ein evakuiertes, mit Kapillare versehenes Rohr geleitet, in dem die Volummessung erfolgte. Gleichzeitig wurde das Spektrum der Emanation in der Kapillare geprüft. Es zeigte sich, daß das Volumen der Emanation mit der Zeit bald zunahm, bald abnahm. Diese Schwankungen können vielleicht dadurch erklärt werden, daß die mit der Emanation gemischten Gase sich unter dem Einfluß der kräftigen Strahlung vereinigen oder zersetzen. Bei einer Ver-

¹⁾ Phil. Mag. **16**, 513 (1908); Phys. Zeitschr. **10**, 41 (1909).

²⁾ Journ. Chem. Soc., June 1908, S. 992.

³⁾ Phil. Mag. **16**, 812 (1908).

¹⁾ Phil. Mag. **16**, 300 (1908).

suchsreihe mit besonders reiner Emanation war das Volumen am Anfang 1,32 cmm für 1 g Radium, nach 17 Stunden 0,59 cmm. Nach Erreichung eines Minimums nahm das Volumen wieder zu. Nach 11 Tagen zeigte die Kapillare ein glänzendes Heliumspektrum. Hieraus erklärt sich die Zunahme des Volumens nach dem Minimum. Denn wenn die α -Teilchen Heliumatome sind, dringen diese zuerst in das Glas und entweichen aus diesem erst mit der Zeit, um sich der Emanation anzugesellen. Der Endwert des Volumens nach 11 Tagen betrug 0,125 cmm und war wahrscheinlich hauptsächlich Helium. Bei andern Versuchen wurde auch das Spektrum der Emanation beobachtet, das aber bald verschwand; gleichzeitig nahm das Volumen ab, während die Emanation durch Phosphoreszenz an den Wänden der Kapillare adhärierend gefunden wurde. Aus allen Versuchen ergab sich, daß der kleinste Wert des Volumens der Emanation mit dem berechneten Wert 0,57 nahezu übereinstimmte. Die hohen Werte der früheren Beobachter dürften auf Anwesenheit fremder Gase beruhen.

Eine besondere Reihe von Versuchen widmete RUTHERFORD dem Spektrum der Emanation. Besonders bemerkenswert sind scharfe Linien im Grün und eine andere Gruppe im Violett. Er bestimmte die Wellenlängen von 76 Linien; von ihnen eine große Zahl nur durch ihre photographische Wirkung. Keine der Emanationslinien konnte in einem Neonspektrum identifiziert werden. Auch ROYDS gibt eine genaue Messung der Spektrallinien der Radiumemanation¹⁾. Er entwarf das Spektrum sowohl mit einem Prisma als mit einem Rowlandschen Konkavgitter und bestimmte die Intensität und Wellenlänge von 42 Linien bis $\lambda = 3000 \text{ \AA. E.}$

Untersuchungen, die S. KIKOSHITA über die Kondensation der Emanationen des Aktiniums und Thoriums anstellte, ergaben, daß die Aktiniumemanation bei -120° C sich zu kondensieren anfängt²⁾. Ein gewisser Betrag der Emanation bleibt bei dieser Temperatur noch gasförmig; bei etwa -150° C ist die ganze Emanation kondensiert. Diese und die mittleren Temperaturen, bei denen ein gewisser Teil der Emanation sich verdichtet, wechseln mit dem Druck; doch wird die Änderung geringer, wenn der Druck wächst. Die Thoriumemanation wird bei 2 bis 3^o höherer Temperatur kon-

densiert als die Aktiniumemanation; die Abhängigkeit ihrer Kondensationspunkte vom Druck ist sehr ähnlich.

3. Sekundärstrahlen. Da die Kathodenstrahlen Röntgenstrahlen erzeugen, so war anzunehmen, daß durch das Auftreffen von β -Strahlen auf materielle Körper sekundäre γ -Strahlen ausgelöst werden. SPARKES Versuche in dieser Hinsicht fielen negativ aus¹⁾. Er erhielt weder harte, 2 cm Blei durchdringende, noch weiche, durch $\frac{1}{4}$ m Luft gehende γ -Strahlen und schließt daraus, daß die γ -Strahlen des Radiums kaum als eine durch die β -Strahlen hervorgerufene Röntgenstrahlung anzusehen sind. Die durch β Strahlen erzeugten Sekundärstrahlen sind sehr unhomogen und enthalten Strahlen von wesentlich größerer Absorbierbarkeit, als sie die direkten Strahlen aufweisen. Die Sekundärstrahlen des Aluminiums sind absorbierbarer als die des Bleis; sehr weiche Sekundärstrahlen liefert das Paraffin. Die von Luft erzeugten Sekundärstrahlen sind wahrscheinlich sehr stark absorbierbar. Sowohl auf der Vorder- wie auf der Hinterseite der strahlenden Substanz kommen die weichsten Strahlen aus Schichten, die nahe der Oberfläche sind. Weiche Strahlen werden wohl auch im Innern erzeugt, aber dann von der Substanz absorbiert. Daher geben dünne Platten relativ viel absorbierbare Strahlen. Die Sekundärstrahlen hinter dem Reflektor haben für eine gewisse Dicke desselben, die von der Natur der Substanz abhängt, eine Maximalintensität. Das gleiche fand POUND auch bei den von der Vorderseite einer Substanz kommenden Sekundärstrahlen: so trat z. B. die maximale Strahlung ein bei einer Aluminiumplatte von 0,4 mm, einer Zinnplatte von 0,24 mm, einer Bleiplatte von 0,16 mm Dicke²⁾. Die große Tiefe, aus der die Sekundärstrahlen oft kommen, hat ferner EVE bei verschiedenen Substanzen wie Ziegelsteinen, Schiefer, Holz, Papier, Kohle beobachtet; bei Holz kamen sehr durchdringende Strahlen aus 6 cm, bei Schiefer aus 4 cm Tiefe³⁾. Die Verschiedenheit der von Stoffen verschiedener Dichte kommenden Sekundärstrahlen beruht nach EVE nicht auf selektiver Absorption, sondern auf einer verschiedenen Geschwindigkeit der Strahlen; sie werden nämlich ebenso, wie es Lenard für die Kathodenstrahlen zeigte, in einem elektrischen Felde längs den Kraft-

¹⁾ Phil. Mag. **17**, 202 (1909).

²⁾ Phil. Mag. **16**, 121 (1908).

¹⁾ Verh. d. Deutschen Phys. Ges. **10**, 267 (1908).

²⁾ Phil. Mag. **17**, 126 (1909).

³⁾ Phil. Mag. **15**, 720 (1908).

linien beschleunigt oder verzögert. Dadurch ließ sich feststellen, daß die durchschnittliche Geschwindigkeit der sekundären β -Strahlen sich ebenso wie ihr Durchdringungsvermögen mit zunehmender Dichte und zunehmendem Atomgewicht vergrößert. Die Strahlen werden hiernach von den leichteren Stoffen mit geringerer, von den schwereren mit größerer Geschwindigkeit ausgesandt. Das spricht dafür, daß die sekundären Strahlen nicht etwa zerstreute Primärstrahlen, sondern neue, durch diese freigemachte Elektronen sind.

McCLELLAND meint allerdings, daß man bei jeder Sekundärstrahlung zwei Komponenten unterscheiden müsse: eine „eigentliche Sekundärstrahlung“ und eine „reflektierte Strahlung“¹⁾. Er schließt dieses aus Versuchen über die Beziehungen zwischen der Intensität und dem Einfallswinkel bzw. Austrittswinkel der primären und sekundären Strahlen. Es zeigte sich, daß bei senkrechter Inzidenz die Sekundärstrahlung beinahe genau nach einem Kosinusetz verteilt ist. Bei schräger Inzidenz liegt das Maximum der Intensität in der Einfallsebene ungefähr symmetrisch zum einfallenden Strahl auf der andern Seite des Einfallslotes. Der relative Wert dieses Maximums ist bei den einzelnen Metallen verschieden groß, und zwar bei Metallen von kleinem Atomgewicht (*Al*) bedeutend größer als bei Metallen von großem Atomgewicht (*Pb*).

4. Radioaktive Substanzen und Zerfallsprodukte. Wichtige Rechnungen im Gebiete der Radioaktivität beruhen auf der Annahme, daß jedes Atom der verschiedenen Körper bei jeder Umwandlung nur ein oder gar kein α -Teilchen abgibt. Dieses wird bei Radium dadurch bestätigt, daß sowohl *Ra* selbst als auch die Emanation und *Ra A* und *Cim* Gleichgewichtszustände denselben Betrag der Ionisierung hervorrufen. Untersuchungen, die H. L. BRONSON anstellte, bestätigten das Gesagte für Radium, ergaben aber für Thorium und Aktinium ein anderes Resultat²⁾. Der Verf. verglich direkt die durch die Emanation und den aktiven Niederschlag im Gleichgewichtszustande erzeugten Ionisierungen. Bestimmt man andererseits die freien Weglängen der α -Teilchen von Emanation und Niederschlag, so wird das Verhältnis dieser Zahlen mit dem Verhältnis der Ionisierungswerte übereinstimmen, wenn man annimmt,

daß ein Atom jeder Substanz beim Zerfall ein α -Teilchen aussendet, und daß die Zahl der Ionen, die für ein cm erzeugt werden, für jedes cm der Bahn des α -Teilchens dieselbe ist. Dementsprechend fand BRONSON auch, z. B. für *Ra-Em.* und *Ra A*, beide Zahlen übereinstimmend = 0,63. Bei Thorium dagegen war bei einer Versuchsreihe das Verhältnis der Ionisierungen von aktivem Niederschlag (aus *Th B* und *C*) und Emanation z. B. 0,38, das Verhältnis der freien Weglängen für beide Produkte dagegen 1,52; bei Aktinium waren die entsprechenden Zahlen 0,31 bzw. 0,57. Nun ist 1,52 das Vierfache von 0,38; 0,57 nahezu das Doppelte von 0,31. Der Verf. folgert hieraus, daß ein Atom der Thoremanation beim Zerfall viermal soviel α -Teilchen aussendet als ein Atom des *Th B* oder *C*, und daß ein Atom der Aktiniumemanation zweimal soviel α -Teilchen abgibt als ein Atom seines aktiven Niederschlags.

Mit den Zerfallsprodukten und Strahlungen des Aktiniums und einiger anderer Stoffe beschäftigten sich O. HAHN und LISE MEITNER in einer Reihe von Untersuchungen¹⁾. Aus der Verschiedenheit der Abklingungskurven der α - und β -Strahlen des aktiven Niederschlags schlossen sie auf ein neues Umwandlungsprodukt des Aktiniums, das unmittelbar aus dem *Akt. B* entsteht und *Akt. C* genannt wurde. *Akt. C* wurde auf verschiedene Weise vom *Akt. A* getrennt hergestellt und seine Zerfallsperiode zu 5,1 Min. bestimmt. *Akt. C* sendet β -, aber keine α -Strahlen aus; diese rühren vom *Akt. B* her, dessen Zerfallsperiode 2,15 Min. beträgt. Außer dem *Akt. C* sendet Radioaktinium noch eine weiche, *Akt. A* eine leicht absorbierbare schwache β -Strahlung aus.

Beim Aktivieren von Aktiniumpräparaten erhielt man an der negativen Elektrode außer dem aktiven Niederschlag eine geringe Restaktivität, die auf *Akt. X* zurückgeführt werden konnte, das als eine Folge des explosiven Zerfalls des Radioaktiniums an der Elektrode auftritt. Das im Moment seiner Entstehung aus dem Radioaktinium positiv geladene *Akt. X*-Restatom erhält einen Rückstoß und wird vielleicht ähnlich wie ein Ion im elektrischen Felde nach der negativen Elektrode transportiert. Als Erzeugnis dieses Rückstoßes gelang es den Verff., an der negativen Elektrode auch reines *Akt. C* von dem α -

¹⁾ Proc. Roy. Soc. **80**, 501 (1908); Beibl. **33**, 191 (1909).

²⁾ Phil. Mag. **16**, 291 (1908).

¹⁾ Phys. Zeitschr. **9**, 649, 697 (1908); **10**, 81 (1909). Verh. der Deutschen Phys. Ges. **11**, 55 (1909).

Strahlen aussendenden *Akt. B* zu trennen. Entsprechende Versuche mit dem aktiven Niederschlag von Thorium ergaben durch Rückstoßwirkung nicht *Th C*, sondern ein anderes Zerfallsprodukt, das *Th D* genannt wurde; es sendet β -Strahlen aus und hat eine Zerfallsperiode von 3,1 Min. Waren diese Restprodukte an der negativen Elektrode auf den von α -Strahlen hervorgerufenen Rückstoß zurückzuführen, so war die Frage, ob auch β -Strahlen imstande sind, durch Rückstoß das Restatom aus dem Molekülverband zu lösen. Die Verf. versuchten dieses mit *Ra B*, das nur β -Strahlen aussendet, und fanden auch tatsächlich eine Aktivität an der negativen Elektrode, deren Intensität aber nur 1 Promille der mit α -Strahlen erhaltenen Aktivität betrug und wohl auf *Ra C* zurückzuführen ist.

Versuche über die günstigste Stärke des negativen Feldes für die durch Rückstoß der α -Strahlen gewonnene Aktivität ergaben, daß schon bei 50 Volt das Maximum erreicht wurde. Bei negativem Felde ist die erhaltene Aktivität etwa 100 mal so stark als bei positivem. Die Verf. nehmen an, daß die positiv geladenen Restatome mit einer Geschwindigkeit von etwa $5 \cdot 10^7$ cm den Molekülverband verlassen. Durch den Zusammenstoß mit den Luftmolekülen wird diese Geschwindigkeit sehr rasch vernichtet, und die Restatome folgen, ähnlich den Ionen, den Kraftlinien des elektrischen Feldes.

Eine Bestätigung dieser Erklärung bilden vielleicht die Versuche von S. Russ¹⁾. Dieser untersuchte die Abhängigkeit der Stärke des an einer Elektrode gesammelten aktiven Niederschlags vom Vorzeichen des elektrischen Feldes bei verschiedenen Drucken und fand, daß im Vakuum der Einfluß des negativen Feldes ein viel geringerer ist als bei höheren Drucken. So sammelt sich beim Thorium der aktive Niederschlag bei Atmosphärendruck fast vollständig am negativen Pol, bei einem Druck von wenigen mm geht ein Teil an den positiven Pol. Bei Radium gehen bei Atmosphärendruck 95% des Niederschlags zum negativen, 5% zum positiven Pol, bei 0,01 mm Druck sind beide Beträge fast gleich. Bei Aktinium war das Verhältnis der beiden Beträge bei verschiedenen Drucken sehr wechselnd und hing auch noch ab von der Entfernung zwischen dem aktiven Stoff und der Elektrode. Aus den Versuchen scheint

hervorzugehen, daß bei hohen Drucken die den Niederschlag erzeugenden Partikeln, durch Kollision mit den Gasmolekülen gehemmt an Geschwindigkeit einbüßen, während diese bei niedrigen Drucken gegenüber der Feldbeschleunigung überwiegt.

Ein besonderes Interesse unter den Produkten der radioaktiven Stoffe gewährt das Uran *X*, weil es wohl das einzige der nicht zu schnell zerfallenden Radioelemente ist, das nur β -Strahlen aussendet, und bei dem Strahlen der darauf folgenden Umwandlungsprodukte nicht in Betracht kommen. H. W. SCHMIDT beschreibt eine Methode der Herstellung von reinem Uran *X* aus Urannitrat, das 5000 mal so aktiv war als die Muttersubstanz¹⁾. Durch magnetische Ablenkungsversuche wurde die Geschwindigkeit und das Verhältnis von Ladung zu Masse der harten β -Strahlen von *Ur X* festgestellt. Es ergab sich $v = 2,76 \cdot 10^{10}$ cm/sec, $e/m = 0,67 \cdot 10^7$ E. M. E. Die weiche von *Ur X* ausgehende Strahlung wird von Aluminium nach einem Exponentialgesetz absorbiert und im Magnetfeld im Sinne von bewegten negativen Elektrizitätsteilchen abgelenkt.

Die Aktivität des Kaliums und anderer Alkalimetalle wurde von McLENNAN und KENNEDY eingehender geprüft²⁾. Es ergab sich, daß die Aktivität gleichmäßiger Schichten aktiver Kalisalze direkt proportional war der strahlenden Fläche und zunahm mit der Dicke der Schicht; die maximale Aktivität ergab eine Schicht von 2–3 mm Dicke. Die Aktivität der verschiedenen Kalisalze war sehr verschieden und hing bei demselben Salze ab von der Herkunft des Salzes. Verschiedene Proben von Kaliumcyanid zeigten große Unterschiede in ihrem Kaliumgehalt; ihre Aktivität war aber diesem Gehalt nahezu proportional. Die Strahlen der Kalisalze sind sehr heterogen und besitzen große durchdringende Kraft; sie ähneln am meisten den von Uranium *X* ausgesandten β -Strahlen, obwohl diese etwas durchdringender sind. Spuren anderer schon bekannter radioaktiver Stoffe waren in den Kalisalzen nicht aufzufinden. Von allen Elementen der Alkaligruppe zeigt das Kalium allein merkliche Radioaktivität. Natrium und seine Salze waren ganz inaktiv; Rubidium und Cäsium zeigten wohl Spuren von Aktivität, die aber nicht einwandfrei als diesen Stoffen eigentümlich

¹⁾ Phil. Mag. **15**, 601, 737 (1908).

¹⁾ Phys. Zeitschr. **10**, 6 (1909).

²⁾ Phil. Mag. **16**, 377 (1908).

nachzuweisen war. Nach CAMPBELL zeigten Kaliumpräparate, die direkt aus Holzasche hergestellt wurden, dieselbe Aktivität wie aus Staßfurt bezogene Salze¹⁾.

5. Radioaktivität der Erdrinde und der Atmosphäre. STRUTT unternahm eine allgemeine Untersuchung der Mineralien auf ihren Gehalt an Helium und zog daraus Schlüsse auf ihre Radioaktivität²⁾. Zur Gewinnung des Heliums wurden die Mineralien entweder in einem evakuierten Stahlrohr erhitzt oder mit Salzsäure behandelt. Das Helium ließ sich in fast allen Mineralien der Erdrinde nachweisen; seine Menge war ungefähr die, welche aus den in den Mineralien enthaltenen Spuren von Uran und Radium erwartet werden konnte. Wo viel höhere Heliummengen vorhanden waren, konnten diese auf Anwesenheit von Thorium zurückgeführt werden. Eine Ausnahme bildet der Beryll, der viel Helium enthält, ohne annähernd genügende Radioaktivität zu zeigen. Vulkanische und wahrscheinlich kieselhaltige Mineralien überhaupt enthalten geringe Mengen Argon; doch besteht kein Zusammenhang mit der Menge radioaktiven Materials. Eine gewisse Beziehung zeigte sich zwischen dem Heliumgehalt und dem geologischen Alter der Gesteine. Phosphatknollen und phosphorisierte Knochen aller geologischen Zeiten besitzen ausgesprochene Radioaktivität, die von den Produkten der Uranreihe herrührt. Helium wurde darin aufgefunden, selbst wenn es nicht älter als pliozän war. Das Verhältnis des Heliums zum Uranoxyd war in den jüngeren Schichten im allgemeinen kleiner als in den älteren. Schätzungen der Zeit, die zur Anhäufung der in den einzelnen Mineralien gefundenen Heliummengen nötig war, ergaben z. B. für die Knollen des Crag 225000, für die des oberen Grünsandes 3080000, für den über dem karbonischen Kalkstein liegenden Hämatit 141 Millionen Jahre.

Eine Untersuchung der Tiefseesedimente auf ihren Gehalt an Radium nahm J. JOLY vor³⁾. Er benutzte dazu Kollektionen solcher Sedimente, die von verschiedenen Expeditionen wie des „Challenger“, des „Albatros“ u. a. mitgebracht waren. Am reichsten an Radium zeigten sich die Nieder-

schläge aus den am meisten zentralen Teilen des stillen Ozeans. Hier war nicht nur der rote Ton, sondern auch der Radiolarienschlamm merklich radioaktiv. Der Globigerinenschlamm des stillen Ozeans war auch etwas radiumreicher als der des atlantischen. Bei diesen Sedimenten stand der Gehalt an Radium im umgekehrten Verhältnis zu dem Gehalt an kohlen saurem Kalk; die an Kalk reichsten Niederschläge waren am ärmsten an Radium. Daraus ist zu schließen, daß die relative Radiummenge mit dem Alter des Sediments zunimmt. Untersuchungen, die JOLY über die Radioaktivität des Meerwassers selbst anstellte, ergaben aus verschiedenen Proben im Mittel $0,0255 \cdot 10^{-12}$ g Ra pro ccm, eine größere Zahl, wie sie früher von Strutt und Eve gefunden war⁴⁾. Hiernach könnte man vermuten, daß der von Eve über dem Ozean beobachtete hohe Emanationsgehalt der Luft aus dem Meere stammt. — Die Bedeutung des Urans und des aus ihm sich bildenden Radiums für die Geologie im allgemeinen wurde von JOLY in einem auf der Versammlung der British Association in Dublin gehaltenen Vortrage weiter entwickelt²⁾. Hier kann auf die darin enthaltenen interessanten Ausführungen nur hingewiesen werden.

Die aus der Erde kommende durchdringende Strahlung wurde auf Veranlassung von Mc LENNAN durch C. S. WRIGHT im physikalischen Institut zu Toronto durch die in geschlossenen Metallzylindern erzeugte Leitfähigkeit der Luft bestimmt³⁾. Die Anzahl q der in einem ccm Luft pro Sekunde erzeugten Ionen war in drei Zylindern von Blei, Zink und Aluminium bzw. 15,3, 13,4, 12,5. Auf dem Eise oder Wasser des Ontariosees waren diese Zahlen 8,5, 6,0, 6,55; Versuche in 2,5 bis 10 m Wassertiefe ergaben ähnliche Werte. Es geht daraus hervor, daß die aus der Erde kommende durchdringende Strahlung durch das Wasser zum Teil absorbiert wird. Das Wasser selbst und die Ufersande des Ontariosees zeigten nicht den geringsten Radiumgehalt.

SATTERLY bestimmte die in der Nähe der Erdoberfläche bei Cambridge in der Luft enthaltene Radiumemanation⁴⁾. Er wandte dabei zwei Methoden an: 1. Die Absorption der Emanation durch Holzkohle, 2. ihre Kondensation beim Durchleiten durch

¹⁾ Nature 78, 55; Beibl. 32, 1209 (1908).

²⁾ Proceed. of the Royal Soc. 80, 572; 81, 272 (1908); Naturw. Rdsch. 1908, S. 512; 1909, S. 28.

³⁾ Phil. Mag. 16, 190 (1908).

¹⁾ Phil. Mag. 15, 385 (1908).

²⁾ Nature 78, 456; Natw. Rdsch. 23, 661 (1908).

³⁾ Phys. Zeitschr. 9, 440 (1908).

⁴⁾ Phil. Mag. 16, 584 (1908).

flüssige Luft. Die gefundenen Emanationsmengen wurden mit der Emanation einer Radiumlösung von bekannter Stärke verglichen. Beide Methoden ergaben gut übereinstimmende Werte. Im Durchschnitt war die in 1 cbm Luft enthaltene Emanation etwa gleich der Menge, die mit $100 \cdot 10^{-12}$ g Radium im radioaktiven Gleichgewicht ist. Doch zeigten sich große Schwankungen. Eine Beziehung derselben zu den meteorologischen Verhältnissen ließ sich nicht feststellen.

EVE bestimmte den Emanationsgehalt der Luft durch die von einem bestimmten Luftvolumen hervorgerufene Aktivität von Metalldrähten¹⁾. Bei seinen in Montreal über ein Jahr ausgedehnten Beobachtungen ergab die der oben angeführten entsprechende Zahl im Durchschnitt $60 \cdot 10^{-12}$ g Radium, also einen erheblich kleineren Betrag. Doch schwankte die Menge der Radiumemanation so, daß das Maximum zum Minimum sich wie 7:1 verhielt. Änderungen der Temperatur und der Jahreszeit schienen auf die Emanationsmenge keinen Einfluß zu haben. Das Herannahen eines Zyklons veranlaßten eine Zunahme, antizyklonische Witterungsverhältnisse eine Abnahme des Emanationsgehalts.

Den Emanationsgehalt in höheren Schichten der Atmosphäre bestimmte FLEMMING vom Freiballon aus²⁾. Blanke Kupferdrähte, durch eine Trockenbatterie negativ geladen, wurden, mit Blei beschwert, 1 bis 2 Stunden herabhängen gelassen; die angesammelte Aktivität wurde dann mit einem Zerstreungsapparat gemessen. Es zeigte sich, daß noch in Höhen von über 3000 m Radiumemanation vorhanden ist.

Mit derselben Methode wurden von GOCKEL und WULF Bestimmungen der Radioaktivität im Hochgebirge (bei Zermatt) ausgeführt³⁾. Die Höhen waren 2600 bis 3300 m. Aus den Abklingungskurven ergaben sich kein Aktinium und nur wenig (bis 10%) Thorium. Auf dem Brienzer Rothorn hatte GOCKEL 50% Thorium gefunden und glaubt, daß die Grasmatten und Schutthalden dort die Thoriumemanation leichter entweichen lassen dürften als die kompakten Gesteine und Gletscher am Matterhorn. Auch die Niederschläge zeigten erhebliche Radioaktivität.

Schk.

¹⁾ Phil. Mag. 16, 622 (1908).

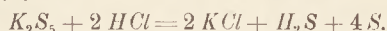
²⁾ Phys. Zeitschr. 9, 801 (1908).

³⁾ Phys. Zeitschr. 9, 907 (1908).

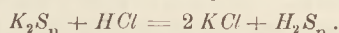
Über Wasserstoffpersulfide. Von I. BLOCH und F. HÖHN. (*Ber. d. Deutschen chem. Ges., 41. Jahrg. (1908). S. 1961—1985.*) Bis vor kurzer Zeit war die einzige sichergestellte und gut charakterisierte Verbindung von Schwefel und Wasserstoff der gasförmige Schwefelwasserstoff von der Formel H_2S . Er entsteht, wenn ein Sulfid, z. B. Kaliumsulfid, K_2S , oder Schwefeleisen, FeS , mit verdünnter Säure behandelt wird, nach der Gleichung:



Auch wenn man zu einem Polysulfid, z. B. Kalium- oder Calciumpentasulfid, Säure zulaufen läßt, erhält man neben sich abscheidendem amorphen Schwefel gasförmigen Schwefelwasserstoff:



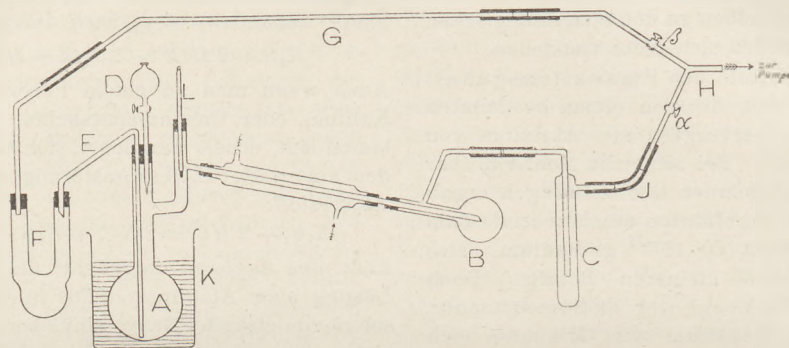
Läßt man dagegen umgekehrt die wässrige Lösung eines Alkalipolysulfids in einen Überschuß von eiskalter Säure einfließen, so bildet sich, wie zuerst Scheele im Jahre 1777 beobachtet hat, neben Schwefelwasserstoff ein schweres, gelbes, unangenehm scharf riechendes Öl, das Wasserstoffpersulfid:



Dieses „rohe“ Wasserstoffpersulfid ist im Laufe des vorigen Jahrhunderts von Thénard, Liebig, Berthelot, A. W. Hofmann, E. Schmidt, Ramsay, Sabatier u. a. untersucht worden, von den meisten mit der Absicht, eine dem Wasserstoffsperoxyd analoge Schwefelverbindung, also H_2S_2 , zu erhalten. Der Nachweis von der Existenz dieser Verbindung sowie ihre Isolierung ist jedoch erst vor kurzem gelungen, zusammen mit der Darstellung einer noch schwefelreicheren Schwefelwasserstoffverbindung. Erhitzt man nämlich rohes Wasserstoffpersulfid, wie es nach der oben angegebenen Methode aus Alkalipolysulfidlösungen und verdünnten Säuren erhalten wird, im luftverdünnten Raum, so destillieren zwei Körper von verschiedener Flüchtigkeit über und können in entsprechender temperierten Vorlagen getrennt aufgefangen werden. Im Destillierkolben bleibt ein Rückstand, der größtenteils aus Schwefel besteht. Bei der Darstellung dieser beiden Verbindungen ist es zur Erzielung einer guten Ausbeute nötig, in kleinen Portionen zu arbeiten und den Rückstand kontinuierlich aus dem Kolben zu entfernen. Dies wird durch den umstehend skizzierten Apparat erreicht.

Der 300 ccm fassende Kolben von der Form A ist mittels eines etwa 50 cm langen, mit Leitungswasser beschickten Kühlrohrs mit Vorlage B verbunden; darauf folgt Ge-

faß *C*, welches sich in einer Kältemischung aus Äther und fester Kohlensäure befindet. Andererseits steht Kolben *A* durch das bis hart an den Boden reichende Rohr *E* mit einem unten erweiterten U-Rohr *F* in Verbindung. Zur Wasserstrahlpumpe führt über Natronkalk, Chlorkalciumröhren und Manometer das Gabelrohr *H*. Dieses ist durch



entsprechende Stellung der Hähne α und β imstande, die Pumpe entweder durch Schlauch *J* mit Gefäß *C* oder durch Rohr *G* mit U-Rohr *F* zu verbinden. Man erhitzt das Glycerinbad *K* auf 110–125°, evakuiert (Hahn α offen, β geschlossen) auf etwa 20 mm Druck und läßt aus dem Tropftrichter *D* 15 ccm rohes Wasserstoffpersulfid einfließen. Nach kurzer Zeit erfolgt lebhaftere Destillation unter Schäumen. Läßt die Destillation nach (fließen die Tropfen aus dem Kühlrohr nur langsam ab), so schließt man Hahn α und öffnet β , wodurch der Destillationsrückstand in das U-Rohr *F* gesaugt und unschädlich gemacht wird. Dann öffnet man wieder α , schließt β , läßt von neuem 15 ccm rohes Persulfid einlaufen, destilliert, stellt die Hähne um usw.

Das Destillat in Vorlage *B* ist dann fast reines Hydrotrisulfid, H_2S_3 , eine bei gewöhnlicher Temperatur hellgelbe, bei tiefer Temperatur farblose, ölige Flüssigkeit von unangenehm scharfem, an Chlorschwefel und Kampfer erinnernden Geruch. Sein spezifisches Gewicht bei 15° ist 1,496. Es erstarrt bei –52 bis –54° zu weißen, strahlig angeordneten Kristallen, ist mit Benzol, Chloroform, Schwefelkohlenstoff und Äther mischbar und gegen Alkalien sehr empfindlich. Schon die Alkalität des Glases genügt, um die Zersetzung einzuleiten; man muß daher alle Gefäße, mit denen es in Berührung kommt, auch die zu seiner Herstellung dienenden, mit Salzsäuregas andunsten.

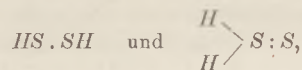
Vorlage *C* enthält das mit etwas H_2S_3 vermischte flüchtige Hydrodisulfid, H_2S_2 .

Diese Verbindung, das Schwefelanalogen des Wasserstoffsperoxyds, ist bei gewöhnlichem Druck unzerstört destillierbar (Siedep. 74–75°) und auf diese Weise leicht zu reinigen. Sie bildet eine wasserhelle bis schwach gelbliche, leicht bewegliche Flüssigkeit, riecht ähnlich wie H_2S_3 , aber viel aggressiver, hat das spezifische Gewicht 1,376, ist bedeutend reaktionsfähiger

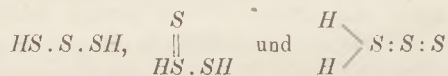
und zersetzt sich bei gewöhnlicher Temperatur am Licht schon innerhalb 24 Stunden vollständig in Schwefelwasserstoff und schön kristallisierten Schwefel.

Hydrotrisulfid, H_2S_3 , destilliert im Vakuum nur zum Teil unzerstört; zum Teil zerfällt es in Schwefelwasserstoff und Schwefel ($H_2S + S_2$), zum Teil in Hydrodisulfid und Schwefel ($H_2S_2 + S$).

Über die Konstitution dieser Hydropersulfide läßt sich nichts Sicheres sagen, da über die Valenz- und Verbindungsverhältnisse des Schwefelatoms fast so gut wie nichts festgestellt ist. Es kämen für Hydrodisulfid, H_2S_2 , hauptsächlich die Formeln



für Hydrotrisulfid, H_2S_3 , die Formeln



in Betracht. Die Formeln für jede Verbindung stehen zueinander im Verhältnis der Tautomerie, d. h. bei gleicher chemischer Zusammensetzung unterscheidet sich eine Formulierung von den anderen nur durch Verschiebung des einen *H*-Atoms zu einem anderen *S*-Atom hin. Vermutlich kommt den Verbindungen H_2S_2 und H_2S_3 unter den gewöhnlichen Umständen nicht eine bestimmte Formel zu, sondern die tautomeren Formen finden sich nebeneinander oder ineinander übergehend vor. Dafür spricht, daß beide Verbindungen verschieden gefärbt sind je nach der Tempera-

tur, welcher sie ausgesetzt werden. Sowohl H_2S_2 als auch H_2S_3 ist bei gewöhnlicher Temperatur hellgelb, bei tiefer Temperatur (Temperatur der Ätherkohlen säuremischung) farblos, was für das Vorherrschen der Kettenformulierung $HS.SII$ bzw. $HS.S.SH$ bei tiefer Temperatur sprechen dürfte. Umgekehrt nehmen beide Verbindungen bei höherer Temperatur tiefgelbe Farbe an (je höher die Temperatur, desto tiefer die Farbe), was vielleicht durch Vorherrschen von doppelt gebundenem Schwefel entsprechend den andern Formulierungen erklärt werden kann.

Von Verbindungen des Schwefels mit Wasserstoff sind also jetzt sichergestellt: H_2S , H_2S_2 und H_2S_3 . Diese Körper bilden eine Reihe, in welcher sich das folgende Glied vom vorhergehenden um die Differenz S unterscheidet, ähnlich wie sich in der Reihe der Grenzkohlenwasserstoffe vom Methan, CH_4 , aufwärts das folgende Glied vom vorhergehenden um die Differenz CH_2 unterscheidet:

$CH_4, C_2H_6, C_3H_8 \dots$. Und wie eine große Anzahl von organischen Verbindungen sich nach der Differenz CH_2 systematisieren läßt, so zeigt eine ganze Anzahl von Derivaten des Schwefels die konstante Differenz S . Mendelejew, der 1891 zuerst auf diese Analogie hinwies, faßte daher die Verbindungen H_2S_n als Homologe von H_2S auf, und danach läßt sich die Existenz von weiteren Gliedern der Reihe H_2S_n voraussehen. In der Tat, manche Anzeichen bei der Darstellung von H_2S_2 und H_2S_3 sprechen dafür, daß noch höhere Wasserstoffpersulfide existieren. Wahrscheinlich sind die Verbindungen H_2S_2 und H_2S_3 nicht oder nur zum geringen Teil als solche im „rohen“ Wasserstoffpersulfid enthalten. Vielmehr dürften sie sich zum größten Teil erst durch Abbau von höheren Wasserstoffpersulfiden bilden. Die Isolierung dieser höheren Schwefelwasserstoffverbindungen steht bald in Aussicht.

I. Bloch.

3. Geschichte und Erkenntnislehre. § 1

Zur Geschichte der Energetik. Hierzu liegen mehrere Veröffentlichungen von ARTHUR ERICH HAAS vor: Zwei Aufsätze über „die Begründung der Energetik durch Leibniz“ und über „die historische Analyse des Energieprinzips“, beide in den *Ann. der Naturphilosophie*, Bd. VII, außerdem eine umfangreichere Schrift¹⁾, aus welcher der zweite der genannten Aufsätze einen Auszug darstellt.

In der erstgenannten Abhandlung wird dargelegt, daß Leibniz als der eigentliche Begründer der Energetik angesehen werden muß. Er steht seinerseits unter dem Einflusse von Descartes und Huygens. Der erste, der, anstatt allgemein von Erhaltung der Bewegung zu sprechen, ein bestimmte, mathematisch definierte und meßbare Größe einführt, war Descartes, wenschon die von ihm aufgestellte „Bewegungsgröße“, das Produkt von Masse und Geschwindigkeit, sich nicht als brauchbar erwies, um das im Wandel der mechanischen Vorgänge konstant Bleibende darzustellen. Huygens ist in doppelter Hinsicht für die Geschichte des Energiegesetzes von Bedeutung. Er entwickelte bei der Behandlung des Problems vom Schwingungsmittelpunkt unter Verallgemeinerung eines schon von Galilei für die schiefe Ebene

aufgestellten Theorems den Satz, daß bei der Bewegung eines Systems von beliebig vielen Körpern der Schwerpunkt des Systems nicht höher steigen könne, als wie er zu Beginn der Bewegung lag. Und er hat überdies für den elastischen Stoß bereits gezeigt, daß die Summe der Produkte aus Masse und Quadrat der Geschwindigkeit konstant bleibt. Leibniz folgte Descartes in dem Streben nach Aufstellung eines Erhaltungsgesetzes, aber er ersetzte dessen Kräftemaß durch das von Huygens an die Hand gegebene Produkt von Masse und Quadrat der Geschwindigkeit. Dies geschah zuerst in einer Abhandlung *Brevis demonstratio erroris memorabilis Cartesii etc.* (1686), dann in anderen Abhandlungen aus den Jahren 1691 und 1695, endlich namentlich in zwei nachgelassenen Abhandlungen, dem *Essay de Dynamique sur les lois du mouvement* und der streng systematisch aufgebauten *Dynamica de Potentia et Legibus naturae corporeae*. Den letzten beiden sind die Hauptbelegstellen des Verfassers entnommen.

Leibniz hat ganz richtig erkannt, daß das Produkt mv^2 nicht die einzige Form der „Kraft“ darstellt. Er erweitert darum den Begriff der lebendigen Kraft zu dem der Energie, die er als *force vive absolue* oder auch als *potentia* bezeichnet. Energie ist nach Leibniz überall vorhanden, wo ein Gegenstand infolge seines Zustandes fähig ist, Wirkungen oder Veränderungen hervorzubringen, die aus sich

¹⁾ Die Entwicklungsgeschichte des Satzes von der Erhaltung der Kraft. 116 S. Wien, Alfred Hölder, 1909.

selbst nicht erfolgen könnten, und deren Größe eben ein Maß der betreffenden Energie bietet. Es besitzt also auch ein gehobenes Gewicht oder ein gespannter elastischer Körper Energie. Was sich in der Natur unverändert erhält, ist aber weder mv noch mv^2 , sondern die Summe aus der aktuellen und der latenten Kraft. „Durch diese Erkenntnis hat Leibniz sowohl den Begriff der potentiellen Energie in die Physik eingeführt als auch in weiterem Sinne die Vorstellung der Mannigfaltigkeit der Energie begründet.“

Der Verfasser erörtert auch den Zusammenhang, in dem bei Leibniz diese Erkenntnis mit dem metaphysischen Prinzip der Gleichheit von Ursache und Wirkung steht. Es bedürfte aber einer viel eingehenderen Analyse, als der Verfasser sie hier vornimmt, um zu entscheiden, wie weit etwa metaphysische Gründe ausreichend gewesen sind, um den Satz von der Erhaltung der Energie abzuleiten. Soweit sich nach dem beigebrachten Material urteilen läßt, sind auch bei Leibniz Erfahrungen konkreter Art, wie sie schon in den erwähnten Sätzen von Galilei und Huygens verkörpert sind, von wesentlichem Einfluß gewesen; die metaphysische Einkleidung kann darüber nicht hinwegtäuschen.

Bemerkenswert ist, daß Leibniz den Satz von der Erhaltung der Energie auch auf das Universum anwendet: *Eadem semper potentia est in universo*; denn die Gesamtmenge der Energie muß in einem jeden System, das mit anderen in keinerlei Verbindung steht, konstant sein. Auch war Leibniz bestrebt, die uneingeschränkte Gültigkeit des Gesetzes namentlich in dem Fall scheinbarer Ausnahmen nachzuweisen. Insbesondere erklärt er den Verlust von lebendiger Kraft beim unvollkommen elastischen Stoß mit Hilfe innerer, nach außen unsichtbarer Bewegungen, die die kleinsten Teile eines Körpers ausführen, und nimmt an, daß jedem Verschwinden von kinetischer eine gleich große Vermehrung der inneren Energie entspreche, so daß die Gesamtmenge der Energie bei einer solchen Transformation ungeändert bleibe. Diese Erkenntnis bedeutet den Höhepunkt der älteren Energetik, der bis zum Ende des 18. Jahrhunderts nicht mehr überschritten wurde. —

In der zweiten Abhandlung sowie in der erwähnten Schrift dehnt der Verfasser seine Untersuchung auf die gesamte Entwicklung des Energieprinzips aus. Als die drei Motive,

die zu allen Zeiten die mächtigsten Triebfedern wissenschaftlicher Forschung gewesen seien, bezeichnet er die Idee der Konstanz des Unveränderlichen inmitten aller Veränderung, die Idee der Einheit der Erscheinungswelt, und die Idee der Kompensation (besser Transformation), die nur eine präzisere Form der universellen Kausalitätsidee sei.

[Indessen dürfte der Verfasser die Bedeutung dieser „metaphysischen“ Ideen doch stark überschätzen; sie sind ebenso wie die sogenannten Arbeitshypothesen nur von heuristischem Wert, es sind Begriffe, die nach Inhalt wie nach Umfang erst durch die empirische Forschung ihre völlige Bestimmtheit erhalten, und deren Anwendungsbereich ebenfalls erst auf diesem Wege festgestellt wird. Das Beispiel Robert Mayers zeigt, wie sehr sich oft die Forscher selbst über die Beweiskraft der von ihnen benutzten metaphysischen Axiome täuschten; am auffälligsten ist dies bei Colding, dessen Demonstration, daß die Kräfte als völlig unvergänglich angesehen werden müßten (S. 19), nicht mehr Wert hat als der Beweis der Alten für die Kreisgestalt der Bahnen der Himmelskörper. Man darf daher den spekulierenden Naturphilosophen nur mit starker Einschränkung neben den experimentierenden Physiker und den analysierenden Theoretiker stellen; und vollends ist es anfechtbar, von „drei Methoden“ zu sprechen, durch deren enges Zusammenwirken allein ein wahrhaft großer Fortschritt in der Physik ermöglicht werde. Auch ohne Robert Mayers Deduktion zu kennen, hat Helmholtz seine Schrift über die Erhaltung der Kraft geschrieben; und ebensowenig dürfte Faraday durch Schelling beeinflusst worden sein, als er dem Gedanken der Einheit aller Kräfte nachging.]

Zur Geschichte des Energieprinzips bietet die genannte Schrift im übrigen dankenswerte Beiträge. Namentlich lehrreich sind die Ausführungen über den Einfluß, den die technische Mechanik durch die Arbeiten von Lazare Carnot, Coriolis und Poncelet auf die Entwicklung des Gedankens der Kraft-erhaltung ausgeübt hat. Bemerkenswert ist auch, daß der Verfasser die Rolle Stevins bezüglich der Erkenntnis von der Unmöglichkeit eines *Perpetuum mobile* anders bewertet als Mach; er findet, daß die bekannte Absurderklärung der beständigen Bewegung einer um eine schiefe Ebene herumgelegten Kette mit der Unmöglichkeit einer Krafterschaffung gar nichts zu tun habe, zumal gegen eine solche Bewegung (bei Voraus-

setzung von Reibungslosigkeit) vom Standpunkte des Energiegesetzes nichts einzuwenden sei. Auf zahlreiche andere interessante

Einzelheiten kann hier aus Mangel an Raum nicht eingegangen werden, es sei vielmehr auf die lehrreiche Schrift selbst verwiesen. P.

4. Unterricht und Methode.

Die Fortschritte der Schülerübungsfrage im Jahre 1908. Sehr zu begrüßen ist es, daß ADOLF MATTHIAS in der neusten Auflage seiner *Praktischen Pädagogik für höhere Lehranstalten* (S. 60) den Wert der Schülerübungen hervorgehoben hat. „Beim Physikunterricht geht man mit Recht immer mehr darauf aus, die Selbsttätigkeit des Schülers in den Vordergrund zu rücken, in geeigneter Verbindung mit dem sonstigen physikalischen Unterricht physikalische Schülerübungen einzurichten“.

In dem Jahresbericht des Kgl. Gymnasiums nebst Realschule zu Landsberg a. d. Warthe (1908, Progr.-Nr. 94) hat Prof. Dr. E. HÖHNEMANN einen wertvollen Aufsatz über die physikalischen Schülerübungen am Gymnasium veröffentlicht. Er untersucht die wichtige Frage, wie man ohne Beeinträchtigung oder Verschiebung der gegebenen Ziele und Aufgaben des Gymnasiums dem Schüler, der danach verlangt, mehr als bisher die Gelegenheit und Freude gewähren kann, die Erkenntnis physikalischer Gesetze auf eigene Erfahrung zu stützen. — Die Übungen werden seit drei Jahren abgehalten. Es beteiligen sich daran durchschnittlich 8 Primaner und 8 Obersekundaner. Jede Klasse arbeitet in der Woche an zwei Nachmittagstunden in Gruppen zu je 2 Schülern. Ein besonderer Arbeitsraum steht nicht zur Verfügung. Für die Übungen ist die zerstreute Arbeitsweise gewählt, und es wird daher zuweilen möglich, dabei auch die Neigungen einzelner Schüler zu berücksichtigen. Im Sommer werden auch mehrfach geodätische Übungen im Freien veranstaltet, die zugleich eine willkommene Gelegenheit zu geologischen und geographischen Beobachtungen und Betrachtungen bieten. — Bei der Erwähnung der Geldmittel, die wiederholt die Staatsbehörde in dankenswerter Weise gewährt hat, hebt der Verfasser hervor, daß es unmöglich war, sich rechtzeitig über zweckmäßige und billige Apparate zu unterrichten und die Übungssammlung nach einem einheitlichen Plan einzurichten, da die Zuwendungen stets unvorhergesehen erfolgten und mit der Bedingung verknüpft waren, in sehr kurzer Frist, ja von einem Tage bis zum nächsten, eingehende Vorschläge über die Verwendung der Mittel einzureichen. Der freimütige Hinweis auf diesen

Übelstand ist recht verdienstlich. Bei Neueinrichtungen treten leicht durch unvorhergesehene Verkettung von allerlei Umständen derartige Hemmungen ein. Es ist nützlich, sie möglichst rasch zu erkennen und zu beseitigen, damit künftig von den vorhandenen Mitteln stets und überall der beste Gebrauch gemacht werden kann. Sehr erwägenswert, wenn auch schwer zu erfüllen, ist auch der geäußerte Wunsch, daß die Behörde dem Lehrer bei der Verwendung außerordentlicher Geldzuschüsse freire Hand lasse und für die Rechnungslegung eine etwas längere Frist bewillige.

Bei den Verhandlungen der letzten Rheinischen Direktoren-Versammlung (vgl. d. Zeitschr. 21, 131; 1908) war an vielen Stellen zu erkennen, daß über das Thema *der naturwissenschaftliche Unterricht mit besonderer Berücksichtigung der Biologie und der praktischen Übungen* auch Prof. MÜLLER ein hervorragendes, leider aber in dem Bericht über die Verhandlungen nicht abgedrucktes Gutachten geliefert hatte. Es ist daher mit Freuden zu begrüßen, daß Prof. MÜLLER in der Beilage zum Jahresbericht der Realschule zu Kreuznach (1908, Progr. Nr. 666) seine Ansichten über *die Bedeutung des physikalisch-chemischen Unterrichts und seine Förderung durch praktische Schülerübungen* niedergelegt hat. Er erörtert in dieser Abhandlung die wachsende Bedeutung des naturwissenschaftlichen Unterrichts, die sogenannte praktisch-heuristische Unterrichtsmethode im allgemeinen, die Schülerübungen für die Übergangszeit, insbesondere an kleineren Anstalten, ihre Einrichtung an der Realschule zu Kreuznach und zum Schluß die Auswahl der Übungen. Es ist überflüssig, auf den reichen Inhalt dieser trefflichen Schrift hier im einzelnen einzugehen, da jeder, der sich mit der Verbesserung des physikalischen Unterrichts befaßt, und vor allen jeder Physiklehrer an einer Nichtvollanstalt diese Abhandlung eingehend studieren wird, doch sei folgende Stelle (S. 18) wegen der Klärung, die sie schafft, wörtlich mitgeteilt: „Ein neues Unterrichtsfach, oder hier besser passend ein neues Unterrichtsverfahren, kann dann fakultativ eingeführt werden, wenn man seine Nützlichkeit und Zweckmäßigkeit anerkennt, es muß aber dann zu einer obligatorischen

Forderung — wenn auch vielleicht nur allmählich — gemacht werden, wenn man sich von seiner Notwendigkeit überzeugt hat. Das letztere ist hier der Fall. Beständen die Übungen in einem neu einzuführenden Unterrichtszweig, so könnte man allenfalls an wahlfreie Einführung denken, eine neue Methode aber, ein besserer praktischer Unterrichtsbetrieb, kann doch nur entweder gar nicht oder für alle Schüler gleichmäßig und verbindlich eingerichtet werden.“ Zu der auch hier erörterten schwierigen Zeitfrage möchte ich bemerken, daß jetzt am Dorotheenstädtischen Realgymnasium versuchsweise die Klassen *O III M* und *UIIO* in der Physik geteilt worden sind. Die Stunden (Doppelstunden) liegen in diesem Sommer in *UIIO* Montags von 8–10, Mittwochs von 12–2 und in *O III M* Freitags von 8–10 und von 11–1. Jeder Schüler dieser Klassen hat in der Woche eine Doppelstunde Physik, d. h. der Untersekundaner eine Stunde weniger als seither. Der Lehrer gibt trotzdem, da jetzt für diese Klassen die pseudo-fakultativen Stunden auf dem Stundenplan verschwinden, ebensoviel Stunden wie vorher, es erwachsen mithin der Stadt keine Unkosten aus diesem Versuch. Die Lehrziele entsprechen den normalen Lehraufgaben; der Lehrstoff hingegen ist von allen Nebensachen und jedem Wertlosen befreit und dadurch lichtvoller und wichtiger geworden. Die Übungen sind mit dem Klassenunterricht verwebt; die Demonstrationen freilich werden in jeder Abteilung, also zweimal in jeder Klasse, gemacht. —

Aus dem Jahresbericht über das Kgl. Alte Gymnasium zu Würzburg für das Schuljahr 1907/08 ist zu entnehmen, daß an dieser Schule Konrektor J. LENGAUER wahlfreie physikalische Übungen abhält, und zwar in 4 Abteilungen, die je eine Stunde in der Woche arbeiten. Die mitgeteilten Übungsaufgaben verdienen sehr die Beachtung der Physiklehrer an Gymnasien.

Der erste Jahresbericht der Kgl. Luitpold-Kreisoberrealschule zu München, an deren Spitze Rektor Dr. KRALLINGER steht, enthält auf S. 70 einen kurzen Bericht von A. LUCK über die verbindlichen physikalischen Schülerübungen. Klar und knapp werden die Ziele, der Betrieb und die Arbeitsräume geschildert. Auf der Unterstufe wird in gleicher Front gearbeitet, die Klassen sind bei den Übungen geteilt, die eine Abteilung arbeitet physikalisch und die andre gleichzeitig chemisch. Der Abschnitt „Visitationen

und sonstige Besuche“ zeigt, daß der Staatsminister v. WEHNER in Begleitung des Ministerialrats v. BLAUL den Übungen beigewohnt hat, und daß die Praktikanten verschiedener pädagogisch-didaktischer Seminare zu München mehrfach die Übungen besucht haben. Dies alles verrät, mit welchem Eifer sich Bayern bemüht, mit seinen neuen Oberrealschulen die Führung bei der sich jetzt vollziehenden Neugestaltung des physikalischen Unterrichts zu übernehmen, und der zahlreiche Besuch aus Ungarn, Rußland, Japan, Uruguay und Nordamerika läßt erkennen, daß man auch im Ausland die Fortschritte des bayerischen Schulwesens aufmerksam verfolgt.

In dem Bericht der Oberrealschule zu Bremen (1908, Progr.-Nr. 944) ist der Umbau der Schule und die Neueinrichtung der naturwissenschaftlichen Unterrichtsräume beschrieben. Dem Physikunterricht sind sechs Räume (220 m²), Lehrzimmer, Schülerübungsraum, Vorbereitungsraum, Sammlungsraum, Dunkelzimmer und Verwalterzimmer, und dem Chemieunterricht ebenfalls sechs ebenso große Räume zugewiesen. Prof. Dr. GROSSE und Prof. Dr. FRICKE haben die Einrichtungen zwar nur knapp beschrieben, aber einen ausführlichen Plan der physikalischen Lehrräume beigefügt und damit den Kollegen, die vor einem Neu- oder Umbau stehen, einen großen Dienst erwiesen.

In dem *Bulletin de l'Union des Physiciens* (3. 57; 1909) ist der Bericht veröffentlicht, den J. FAIVRE-DUPAIGNE, l'Inspecteur d'Académie rapporteur, im Juni 1908 dem Conseil Académique de Paris über den physikalischen und biologischen Unterricht abgestattet hat. Dieser Bericht, der sechs Jahre nach der Einführung der neuen französischen Lehrpläne abgefaßt ist, prüft die bisher eingeschlagenen Wege und stellt die erreichten Ergebnisse fest, weist aber zugleich auf einige Mängel der Neugestaltung hin, die bei der Durchführung zutage getreten sind. Die Änderung des physikalischen Unterrichts stellte bei den Realabteilungen der höhern Schulen große Anforderungen an die Arbeitskraft und den Scharfsinn der Lehrer. Es waren anregende Schülerübungen auszuwählen, die Demonstrationen zu vermehren und zu verbessern und Sammlungen einfacher Apparate zu schaffen. Die auserlesenen Lehrkräfte der Pariser Lyzeen und die so eifrigen der Lyzeen und Kollegien in der Provinz gingen sofort ans Werk. Es wurden neue Arbeitsräume eingerichtet, die

elektrischen Anlagen vermehrt, die Werkstätten mit den nötigen Werkzeugen ausgerüstet, zahlreiche Apparate eronnen und ausgeführt, mit einem Wort, es zog frisches Leben in die Arbeitsräume und die Klassen ein. Von den 20 Lyzeen und 23 Kollegien der Académie de Paris zeigten 33 diese Regsamkeit, nur 10 Kollegien blieben zurück, weil die Räume, die Apparate oder die geeigneten Lehrkräfte fehlten. Wie groß der Fortschritt während der letzten 6 Jahre gewesen ist, zeigte sich auf der französisch-englischen Ausstellung zu London. Dort war eine Sammlung von Apparaten zu sehen, die in Pariser Lyzeen gebaut oder eronnen waren. Die englische Abteilung enthielt nichts Gleichwertiges¹⁾. Von allen Lehrgegenständen der Realabteilungen hat die Physik am vollkommensten die Erwartungen erfüllt, die bei der Umgestaltung von 1902 gehegt wurden. Diesen großen Erfolg verdankt Frankreich der Ausbildung, der Rastlosigkeit und der Opferwilligkeit seiner Lehrer. — Der Physikunterricht an den Gymnasialabteilungen, an denen keine Schülerübungen stattfinden, hat hingegen keine befriedigenden Ergebnisse geliefert. — Die Klagen und Mängel, die nach der Umgestaltung des Physikunterrichts hervorgetreten sind, beruhen, wenn es auch der Inspektor

3. auf einem verkehrten Prüfungswesen. — Der Bericht läßt übrigens deutlich erkennen, welche bedeutenden Mittel in Frankreich der Staat und die Städte aufwenden, um im physikalischen Unterricht die übrigen Kulturvölker zu überflügeln.

Die von der *British Association* eingesetzte Kommission für die Lehrpläne der höhern Schulen hatte eine Subkommission gebildet, die feststellen sollte, in welcher Reihenfolge man an den höhern Knabenschulen am besten die Naturwissenschaften unterrichtet. Die Subkommission hat bei Lehrern der Naturwissenschaften an höheren Schulen verschiedener Art, bei Inspektoren und bei Examinatoren eine Umfrage veranstaltet, deren Ergebnis in der *School World* 10, 386: 1908 veröffentlicht worden ist. Der Bericht unterscheidet zwei Gruppen höherer Knabenschulen. Die Gruppe A umfaßt die Anstalten, die ihre Schüler im Alter von 15 bis 16 Jahren entlassen, und die Gruppe B solche, wo die Schüler im Alter von 18 bis 19 Jahren abgehen. Die nachfolgende Tafel zeigt die Verteilung des naturwissenschaftlichen Lehrstoffs an den nicht gymnasialen Abteilungen dieser Schulen. Die Zahlen I, II und III deuten an, daß der Gegenstand an wenigen, an der Mehrzahl oder fast an allen Schulen behandelt wird.

Gegenstand	Durchschnittsalter													
	A							B						
	10	11	12	13	14	15	16	12	13	14	15	16	17	18
Biologie	I	I	I					II	II	II		I	I	I
Maß und Messen			III	III	I					II	III			
Aufangsgründe d. Wärmelehre				I	III	I					II	III	I	
Mechanik				II	II	I	I				I	II	II	III
Wärme und Licht				I	II	II	I					I	II	II
Elektrizität							II						II	III
Grundlehren der Chemie . . .					III					I	II	III		
Systematische Chemie						III	III						III	III
Schall												I	I	I

nicht zugibt, auf drei Übelständen: 1. auf einer zu geringen Freiheit der Lehrer in der Auswahl und Verteilung des Lehrstoffs, 2. auf der Überbürdung mit Lehrstoff und

¹⁾ Sollten die Engländer hier wirklich ihre besten Schulapparate ausgestellt haben, so ist dieser Sieg der französischen Lehrer eine wahrhaft bewundernswerte Leistung.

Der Abschnitt Maß und Messen, der die Anfangsübungen umfaßt, wird nur an wenigen Schulen mit dem mathematischen Unterricht vereinigt; das Fehlen dieser Verbindung wird vielfach beklagt. Die Anfangsgründe der Wärmelehre werden vor den Grundlehren der Chemie oder in Verbindung damit behandelt. Die eigentliche Physik wird gewöhnlich in der Reihenfolge Mechanik,

Wärme, Licht, Elektrizität gelehrt. An wenigen Schulen nimmt man einige Grundbegriffe der Mechanik nach Erledigung des Abschnitts Maß und Messen voraus und verschiebt die Teile, die größte mathematische Schulung voraussetzen, auf die Alterstufe von 17 Jahren. Die Lehre vom Schall wird gewöhnlich weggelassen. — Die Umfrage hat ergeben, daß man Lehrbücher nur in den obern, nicht aber in den untern Klassen benutzt. Bei Schülerübungen in gleicher Front ist eine gedruckte Anleitung nicht erforderlich, wohl aber bei der zerstreuten Arbeitsweise. Sind wenig Apparate vorhanden und die Klassen klein, ist der Leiter nicht überlastet, und wird er außerdem von einem Demonstrator unterstützt, so ist die zerstreute Arbeitsweise durchführbar, wenn die Schüler einen gedruckten Leitfadern benutzen. Bei großen Klassen und vielen Apparaten läßt man in gleicher Front arbeiten. — Überall sind Schülerübungen eingeführt. Häufig wird der Wert der Übungsberichte der Schüler hervorgehoben. Viele Lehrer beklagen den schädlichen Einfluß, den die auswärts abzulegenden Prüfungen auf die Übungen ausüben, da diese Prüfungen die Anwendung der besten Verfahren hindern oder unmöglich machen. — Geklagt wird ferner über unzureichende mathematische Schulung und über die Ungleichheit der Begabung und des Wissens bei den Schülern.

Die Subkommission hat aus ihrer Umfrage eine Reihe von Schlüssen gezogen, aus der folgende hervorgehoben seien: Uneingeschränktes Lob verdiene die Beachtung, die man überall den Schülerübungen schenkt, und das Bemühen, in den Schülern die Fähigkeiten des Handelns und des Beschreibens zu entwickeln. Die große Freiheit, die man den Lehrern gewähre, habe sie zu unabhängigen Versuchen und reiflicher Prüfung ihrer Arbeit angeregt. Die so entstandene Mannigfaltigkeit und Geschmeidigkeit der Lehrverfahren sei ein Vorzug, der bewahrt bleiben müsse. Es sei wünschenswert, den Lehrern durch Änderung des Prüfungswesens noch größere Freiheit zu verschaffen und die Störungen des Unterrichtsbetriebs durch die Prüfungen zu beseitigen. Keinen Lehrplan könne man als vollkommen ansehen, der nicht mindestens während zwei Jahren praktisches Arbeiten der Schüler verlangt. — Die Subkommission lenkt nachdrücklich die Aufmerksamkeit der Direktoren und der Lehrer der Naturwissenschaften auf das Problem, wie

man an den gymnasialen Abteilungen ohne Überlastung den Unterricht in den Naturwissenschaften geistig fruchtbar und anregend gestalten kann. Sie glaubt, daß man den Wert unterschätzt, den für ältere und geschickte Schüler gründliche und anregende naturwissenschaftliche Bücher und gute Vorträge haben. Entwicklungslehre, Geologie, Elektrizität, Optik, Schall, Physiologie des Menschen und Astronomie scheinen ihr geeignete Gegenstände zu sein. Die Ansicht, daß während der letzten Jahre das allgemeine Interesse an den Naturwissenschaften gesunken sei, wird von der Subkommission geteilt; sie ist der Meinung, daß die Schulen mithelfen müssen, dies zu ändern. Sie erkennt den Wert quantitativer Verfahren durchaus an, glaubt aber, daß auch die qualitativen Arbeiten Ermunterung und Wertschätzung verdienen. Sie wünscht die Aufzucht von Studenten zu vermeiden, die J. J. Thomson mit den Worten geschildert hat: Sie beginnen ihre Tätigkeit mit dem Wissen, wie jede physikalische Größe unter der Sonne zu messen und zu wägen ist, aber ohne den leisen Wunsch oder Trieb, irgendetwas damit anzufangen. — Die Subkommission findet, daß zwischen Mathematik und Physik und zwischen Physik und Handfertigkeit bis jetzt zu wenig Verbindung hergestellt ist. Sie hält es für ein Bedürfnis, den naturwissenschaftlichen Unterricht enger mit den Erfahrungen des alltäglichen Lebens in Beziehung zu setzen. Es fehle an anregend und schön geschriebenen Büchern über naturwissenschaftliche Arbeiten und Großtaten. Es sei unklug, die Vorstellungen der Knaben von den Naturwissenschaften auf die engen Erfahrungen zu beschränken, die sie im Übungsraum und im Schulzimmer sammeln. Solch ein Unterrichtsbetrieb führe oft zu einer Abneigung gegen die Naturwissenschaften. — Die Subkommission tadelt, daß es an den höhern Schulen aller Gattungen zu wenig Laboratoriumsassistenten gibt, und bezeichnet dies als *a most wasteful „economy“*.

Die *Nature* 79, 382; 1909 bringt einen Bericht, den zwei Kommissionen der British Science Guild auf der allgemeinen Versammlung am 22. Januar 1909 erstattet haben. Aus den Beschlüssen sei folgendes hervorgehoben: An jeder öffentlichen oder privaten niedern oder höhern Schule soll in allen Lehrfächern der Unterricht so erteilt werden, daß der Schüler an sorgfältige Beobachtungen und Versuche gewöhnt wird. Zu diesem Zweck sollen nicht nur in Laboratorium und Werkstatt Übungen stattfinden, sondern es soll das

naturwissenschaftliche Denkverfahren so weit als möglich aus Laboratorium und Werkstatt in die gewöhnlichen Schulzimmer hineingetragen werden. Auf diesem Wege würde die Schule die beste Vorbereitung für das gewerbliche Leben gewähren und auch gleichzeitig verbürgen, daß die Schüler, die später studieren, zu der Arbeit, die ihnen künftig auf den verschiedenen Gebieten der menschlichen Tätigkeit, die Verwaltung der öffentlichen Ämter eingeschlossen, obliegt, eine hinreichende Schulung im wissenschaftlichen Denken mitbringen.

Auf der allgemeinen Versammlung der British Science Guild im Jahre 1907 hat der Direktor von Eton die Ansicht geäußert, daß eine Vermehrung des naturwissenschaftlichen Unterrichts an den Stiftschulen (Public schools) durch die großen Unkosten verhindert werde, die mit den Schülerübungen verbunden seien. Eine Subkommission der Guild hat sich mit dieser Frage beschäftigt und über den Übungsunterricht und seine Ausdehnung einen Bericht erstattet, aus dem folgendes hervorzuheben ist: Die Unkosten seien nicht ein handgreiflicher und verdammenswerter Fehler eines immer noch verdächtigen Lehrfaches, sondern das Lebensblut zur Erzeugung jener Kräfte, auf denen die moderne Zivilisation beruht. „In Lebensfluten, in Tatensturm schreite die Bewegung fort, ganz gleichgültig, ob gewisse Gesellschaftskreise sie unbeachtet lassen oder sie ausnützen“. Die Lehrer hätten auch erkannt, daß Einfachheit und Schlichtheit eines Apparates ein großer Vorzug ist, und daß der erzieherische Wert des Unterrichts mit der Dürftigkeit der Lehrmittel sogar wächst. In steigendem Maß knüpfe jetzt der naturwissenschaftliche Unterricht an die Erfahrungen des bürgerlichen und gewerblichen Lebens an, und immer mehr benutze er zu seinen Versuchen Gegenstände des alltäglichen Lebens. Man gebe jetzt allgemein zu, daß ein übermäßig durchgearbeiteter Apparat die Unternehmungslust und die Erfindungsgabe der Schüler hemmt (wie ja auch ein kostbares mechanisches Spielzeug die Einbildungskraft des Kindes verkümmern läßt) und die Schülerübungen zu schroff von den Ereignissen des täglichen Lebens scheidet. Arbeiten in der Werkstatt könnten vorteilhaft die Schülerübungen ergänzen und ihnen eine breitere praktische Grundlage geben. Reiß man die Scheidewand zwischen physikalischen Übungen und Handfertigungsunterricht nieder, so vermindere man die Unkosten und steigere den Reiz. Solch ein Übungsfeld für

das induktive Denken sei ein dringendes Bedürfnis bei einem Unterricht, der immer noch in großem Umfang der Tummelplatz deduktiver Darbietungen ist. Ein großer Schatz von Erfahrungen, der nur durch enge Vertrautheit mit den Eigenschaften und den Schranken der Materie gewonnen werden kann, sei ein notwendiges erzieherisches Gegengewicht gegen alles abstrakte Denken, sei es naturwissenschaftlicher oder anderer Art; *and we should beware how we repress it lest we destroy that practicalmindedness which we treasure as one of the most valuable of our national assets.* Es sei entmutigend, heute noch andern Ansichten zu begegnen, die ehemals gerechtfertigt waren, als man die Arbeitsweisen der Universitäten auf die Schulen übertrug, ohne sie deren geistigem Niveau anzupassen. Ausgedehnte Nachforschungen hätten ergeben, daß zurzeit die Unkosten der Übungen an den Stiftschulen jährlich etwa 20 M und an den übrigen höhern Schulen etwa 10 M für jeden Schüler betragen. Sollen physikalische und chemische Arbeitsräume eingerichtet, mit Geräten ausgerüstet, mit Verbrauchsgegenständen versorgt und biologische Übungen veranstaltet werden, so erforderten nach einer sichern, sehr hoch gegriffenen Abschätzung alle diese Einrichtungen, wenn 100 Schüler jede Woche 10 Stunden arbeiten, also eine Leistung von 40000 Schülerstunden/Jahr, während der ersten 10 Jahre eine durchschnittliche jährliche Ausgabe von 3000 M. Nach Ablauf dieser Ausrüstungszeit betrügen die jährlichen Unkosten der Unterhaltung und Ergänzung etwa 2000 M. Die Unkosten für den Kopf würden während der Ausrüstungszeit niemals 30 M das Jahr übersteigen, und es sei zu erwarten, daß sie nach einem Zeitraum, der mit dem Umfang der Übungen, dem Grad der Spezialisierung und der Zahl der Schüler schwankt, beträchtlich unter diesem Betrag bleiben. Die notwendige Voraussetzung sei freilich, daß ein erfahrener Lehrer diese Einrichtungen leitet. Ein falscher Anfang durch einen Neuling könne ihm und seinem Nachfolger auf Jahre hinaus arge Verlegenheiten bereiten. Aus diesem Grunde wäre es nützlich, wenn eine unabhängige Körperschaft als dauernde Kommission eingesetzt würde, um die Erfahrungen zusammenzustellen und zu sichten und um die Unerfahrenen zu beraten und zu leiten. — Dieser Kostenanschlag hat im wesentlichen nur für Stiftschulen Bedeutung. In England und Wales gibt es etwa 750 höhere Schulen, die dem Board of Education unterstehen und bei

tüchtigen Leistungen Zuschüsse (grants) erhalten. Diese Schulen besuchen etwa 100 000 Schüler, die nach einem vom Board genehmigten Lehrplan unterrichtet werden, der für ausreichender Ausbildung in den Naturwissenschaften sorgt. Das Board verlangt, daß der naturwissenschaftliche Unterricht Schülerübungen einschließt. In jeder dieser höhern Schulen müssen ein oder mehrere Laboratorien eingerichtet, mit Arbeitstischen ausgestattet, mit Wasser, Gas und womöglich mit elektrischem Strom versorgt und ausreichend mit Geräten ausgerüstet sein. Die Kuratorien aller dieser Schulen müssen für die Schülerübungen Arbeitsräume einrichten und Geräte anschaffen, ob sie wollen oder nicht. Die Schulen werden nicht als leistungsfähig anerkannt und erhalten keinen Anspruch auf Zuschüsse, wenn sie nicht die Vorschriften

erfüllen, die das Board für die naturwissenschaftlichen Schülerübungen erlassen hat. Die höhern Schulen, die keine Zuschüsse empfangen, die sich selbst aber scharfen Wettbewerb machen, zwingt die Selbsterhaltung, dem naturwissenschaftlichen Unterricht eine hervorragende Stellung in ihren Lehrplänen einzuräumen. Eine Ausnahme bilden nur noch einige wenige Stiftschulen, die einem Teil ihrer Schüler eine beschränkte Möglichkeit bieten, Naturwissenschaften zu betreiben. Sollte man an diesen Schulen eine Verstärkung des naturwissenschaftlichen Unterrichts wünschen, so bilden die Unkosten seiner Einrichtung nicht das wirkliche Hindernis.

Über die Umgestaltung des physikalischen Unterrichts in den Vereinigten Staaten Nordamerikas folgt ein besonderer Bericht in einem der nächsten Hefte. *H. Hahn.*

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Handbuch zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik. In chronologischer Darstellung. Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage. Unter Mitwirkung von R. du Bois-Reymond und C. Schaefer herausgegeben von Prof. Dr. L. Darmstaedter. Berlin, Julius Springer, 1908. 1262 S. Geb. M 16,—.

Das Buch ist eine Neubearbeitung des 1904 erschienenen Werkes „4000 Jahre Pionierarbeit in den exakten Wissenschaften“. Es ist zu einem stattlichen Werke herangewachsen, das dazu berufen ist, ein Grundbuch für die historische Orientierung in allen exakten Wissenschaften zu werden. Die Anordnung des Stoffes ist überaus glücklich, indem innerhalb jedes Jahres die Namen alphabetisch geordnet sind; am Schlusse aber findet sich ein 68 Seiten umfassendes Personenverzeichnis und ein 122 Seiten umfassendes Sachverzeichnis, wodurch die Benutzung ungemein erleichtert und vereinfacht wird. Die Übersicht ist bis zum Jahre 1908 fortgeführt; die Anzahl der Artikel wächst mit den Jahren beständig, aus dem Jahre 1907 allein sind deren 93 vorhanden. Die Angaben sind zumeist so detailliert, was Darstellung von Stoffen, Abmessung von Konstruktionen, Beschreibung von Versuchen u. dgl. betrifft, daß die Lektüre ein klares, auf keine andere Weise so rasch zu gewinnendes Bild von den Fortschritten innerhalb eines bestimmten Jahres gewährt. Gleichzeitig ist das Buch ein Nachschlagewerk von unvergleichlicher Vollständigkeit,

dessen Anschaffung nicht bloß für Bibliotheken, sondern für den Privatgebrauch angelegentlich empfohlen werden kann.

P.

Das Prinzip der Erhaltung der Energie. Von Dr. Max Planck, Prof. an der Universität Berlin. Von der philosophischen Fakultät Göttingen preisgekrönt. Zweite Auflage. (Wissenschaft und Hypothese, Band VI.) Leipzig u. Berlin, B. G. Teubner, 1908. XVI und 278 S. Geb. M 6,—.

Die Schrift ist ein revidierter, nur mit einigen Anmerkungen versehener Abdruck der im Jahre 1887 preisgekrönten Abhandlung, die auch heute noch für jeden, der sich über dieses prinzipielle Thema tiefer orientieren will, von größtem Interesse ist. Eine Anmerkung zum Vorwort weist darauf hin, daß es auch jetzt noch vorkommt, daß zwei so wesensverschiedene Vorgänge wie der Übergang von Wärme von höherer zu tieferer Temperatur und das Herabsinken einer schweren Masse von höherem zu tieferem Niveau durcheinander geworfen werden, insofern man glaubt, sie beide auf einen einzigen Satz, den zweiten Hauptsatz der Energetik, zurückführen zu können; in Wirklichkeit lasse sich nur der zweite dieser Vorgänge aus dem Energieprinzip ableiten, während der erste bis jetzt nicht anders als durch Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen erklärt werden könne.

P.

Populäre Astrophysik. Von Dr. J. Scheiner, Professor an der Universität Berlin und Hauptobservator am Astrophysikal. Observatorium bei Potsdam. Mit 30 Tafeln und 210 Fig. im Text. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1908. 718 S. Geb. M 12,—.

Das Buch ist aus einleitenden Vorlesungen für Studierende hervorgegangen und nicht sowohl für den Astronomen und Astrophysiker von Fach als für den gebildeten Laien bestimmt. Besonders aber auch Lehrer der Mathematik und der Physik werden darin reiche Belehrung finden. Mathematische Betrachtungen sind möglichst vermieden oder gehen doch nicht über den Standpunkt eines Gymnasialabiturienten hinaus. Der I. Teil (S. 9—328) behandelt die astrophysikalischen Methoden, nämlich Spektralanalyse, Photometrie, Strahlungsmessung und Himmelsphotographie, der II. Teil (S. 329—706) die Ergebnisse der astrophysikalischen Forschung, insbesondere die Sonne, dann Planeten, Monde, Kometen, Meteore, Zodiaklicht, dann die Nebelflecke, endlich die Fixsterne. Aus dem reichen Inhalt sei hervorgehoben, daß der auf dem Gebiet der Sonnenforschung besonders kundige Verfasser in diesem Buch die „effektive“ Sonnentemperatur zu 6250° , die Temperatur der Photosphäre zu 7000° angibt. Die sehr schönen photographischen Tafeln, die dem Buch beigegeben sind, stellen dar: I—X Erscheinungen der Sonnenoberfläche, XI—XIII Mond, XIV—XVI Kometen, XVII bis XXVIII Nebelflecke und Milchstraße, XXIX—XXX Sternhaufen. P.

Vorschule der Experimentalphysik. Von Dr. Adolf F. Weinhold. Fünfte verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 445 Textfiguren und 2 Tafeln in Farbendruck. Leipzig, Quandt & Händel, 1907. 580 S. M 10,50.

Diese Auflage ist hauptsächlich um einen Abschnitt über Funkentelegraphie (S. 548 bis 563) vermehrt; die beschriebene, auch für Selbstanfertigung berechnete Vorrichtung gestattet, ein hörbares Glockenzeichen auf einige Meter Entfernung, auch durch eine Wand oder Tür hindurch, hervorzubringen. P.

Rechtschreibung der naturwissenschaftlichen und technischen Fremdwörter. Unter Mitwirkung von Fachmännern herausgegeben vom Verein Deutscher Ingenieure. Bearbeitet von Dr. Hubert Jansen. Berlin-Schöneberg, Langenscheidtsche Verlagsbuchhandlung, 1907. 122 S.

Durch die neue amtliche Rechtschreibung ist die Unsicherheit in betreff der Schreibung

der Fremdwörter vermehrt worden, indem neben der alten, gelehrten vielfach eine neue, volkstümliche Schreibweise als gleichberechtigt anerkannt wurde; ja durch die Buchdruckerausgabe des Dudenischen Wörterbuches von 1903 wurden sämtliche Doppelschreibungen der amtlichen Regelbücher zugunsten der volkstümlichen Schreibweise beseitigt. Um den hieraus entspringenden Mißständen abzuhelpfen, wurde von einer Anzahl wissenschaftlicher Gesellschaften und Behörden eine Rechtschreibungskonferenz berufen. Diese beschloß, daß für die Termini technici die historische Schreibweise beizubehalten sei, daß dagegen die amtliche Rechtschreibung überall da anzuwenden sei, wo es sich nicht um Termini technici handle. Ein Arbeitsausschuß stellte dann auf Grund dieser Beschlüsse das vorliegende Wörterverzeichnis zusammen, dem eine Reihe allgemeiner Grundsätze vorausgeschickt sind. Man wird hiernach z. B. nur *Acidimetrie*, *Calcium*, *Acceleration*, dagegen *Akkommodation*, *Akkumulator* zu schreiben haben. Es ist wünschenswert, daß diese fast allseitig anerkannten Festsetzungen auch bei der Abfassung von Lehrbüchern für den Schulgebrauch befolgt werden. P.

Lehrbuch der Physik für humanistische Gymnasien und höhere Mittelschulen. Nach dem ministeriellen Lehrplan bearbeitet von Johann Kleiber. Vierte Auflage mit 462 Figuren, 8 farbigen Spektralbildern, zahlreichen Musterbeispielen und Übungsaufgaben samt Lösungen. München und Berlin, R. Oldenbourg, 1907. 218 S. M 3,—.

Experimental-Physik für die Unterstufe. Zum Gebrauch an bayrischen Realschulen bearbeitet von Johann Kleiber. Mit 341 Figuren, 4 Spektralbildern, zahlreichen Schülerübungen und Musterbeispielen. München und Berlin, R. Oldenbourg, 1908. 216 S. M 2,50.

Die vierte Auflage des Lehrbuchs für Gymnasien ist gegen die erste, 1901 erschienene erheblich verbessert und vermehrt worden, sowohl durch eine Reihe neuerer Apparate und Versuchsanordnungen als auch durch eine große Zahl neuer Figuren, unter denen sich auch mehrere Vollbilder, z. B. eines Kriegsschiffes, eines bemannten Luftballonkorbes, befinden. Hier und da sind auch leichtere Schülerversuche eingefügt. Das Buch, dessen Eigenart bereits früher (ds. Zeitschr. 15, 116) gewürdigt ist, hat namentlich an den bayrischen Gymnasien, für deren Unterricht es seiner Anlage nach in erster Reihe bestimmt ist, daneben aber auch an

außerbayrischen Schulen steigende Anerkennung gefunden. —

Die Experimental-Physik für die Unterstufe, dem bayrischen Lehrplan für Realschulen angepaßt, ist ein Auszug aus dem Lehrbuche und enthält für den genannten Zweck einen sehr reichlichen Stoff. Besonders bemerkenswert ist die Beigabe von kurzen Anleitungen für Schülerübungen; auf diese wird an anderer Stelle in dieser Zeitschrift noch zurückzukommen sein. P.

Handbuch für physikalische Schülerübungen.

Von Hermann Hahn, Prof. am Dorotheenstädtischen Realgymnasium und Leiter der praktischen Kurse für physikalische Schülerübungen in der alten Urania zu Berlin. Mit 340 in den Text gedruckten Figuren. Berlin, Julius Springer, 1909. XII u. 507 S. M 20,—; geb. M 22,—.

Vielleicht das größte Hindernis, das seither einer rascheren Ausbreitung der physikalischen Schülerübungen im Wege stand, war das weitverbreitete Vorurteil, daß die Einführung und Leitung solcher Übungen eine besonders schwierige Sache sei, die sich nicht von jedermann an jeder Schule erfolgreich durchführen lasse, und die insbesondere große Geldmittel erfordere.

Dieser falschen Auffassung wird Hermann Hahns Handbuch mit Erfolg entgegnet, indem es auch dem Neuling auf diesem Gebiete die Wege zeigt und ihm alles Notwendige und Wissenswerte mitteilt. Es enthält einen reichen Schatz von Aufgaben aus den meisten Teilen der Physik, weit mehr, als im allgemeinen in einem Kursus bearbeitet werden können, mit vollständiger Disposition, ja sogar mit allen zu stellenden Fragen, ausführliche Anleitung zur Behandlung dieser Aufgaben, erschöpfende Zusammenstellung der instrumentellen Hilfsmittel bis zum kleinsten Stückchen Bindfaden, Anleitung zur Bearbeitung und Diskussion der Resultate usw. Wer den Wunsch und den guten Willen hat, seinen Unterricht auf solchen praktischen Übungen und intensiver Selbsttätigkeit der Schüler aufzubauen, findet in diesem schönen Buche alle Belehrung, deren er bedarf, in bequemer und erschöpfender Weise zusammengestellt.

Wenn sich aber das Handbuch durch die Breite und Voraussetzungslosigkeit seiner Darstellung in erster Linie an diejenigen Physiklehrer wendet, die Schülerübungen erst einführen und einrichten wollen, so finden doch auch solche, die hier schon über eigene Erfahrung verfügen, viele wertvolle

Anregungen. Sehr dankenswert sind insbesondere die zahlreichen praktischen Winke und Ratschläge für Selbstanfertigung der Apparate und Geräte, die der Verfasser aus seiner reichen Erfahrung mitteilt, denn nur wenige Fachgenossen verfügen über so große Mittel, wie sie ihm zu Gebote standen, und den meisten werden daher gerade diese Anregungen besonders willkommen und förderlich sein. Hahn hat alle Vorarbeiten sorgfältig benutzt und namentlich auch die vielfach vorbildlichen Leistungen der Engländer und Amerikaner für den deutschen Unterricht fruchtbar gemacht, er teilt aber nichts mit, was er nicht selbst auf das sorgfältigste geprüft und bewährt gefunden hat; gerade in diesem Umstand liegt ein besonderer Wert des Buches.

Auch diejenigen Physiklehrer, die einer praktischen Betätigung und Mitarbeit der Schüler noch skeptisch oder ablehnend gegenüberstehen, sollten das Handbuch für physikalische Schülerübungen nicht unbeachtet lassen. Aus seinem Studium werden sie vielleicht erkennen, daß es kein Utopien ist, was den Anhängern der neuen Richtung des Experimentalunterrichts als Ziel vorschwebt; aber außerdem enthält das Buch in seinem reichen Inhalt recht vieles, was auch dem Demonstrations- und Vortrags-Unterricht von Nutzen sein kann.

Kurz, es ist eine überaus wertvolle Gabe, die Hermann Hahn in diesem Buche dem deutschen Physiklehrer bietet. K. Noack.

Einführung in die Maxwell'sche Theorie der Elektrizität und des Magnetismus. Von Dr. Cl. Schaefer, Privatdozent a. d. Univ. Breslau. Mit Bildnis J. C. Maxwells und 32 Textfiguren. (VIII u. 174 S.) 1908. M. 3,40

Entsprechend dem Zweck des Buches, das eine leichte Einführung in die Maxwell'sche Theorie sein soll, hat Verf. einige umständlichere mathematische Stücke, aus denen für die Anschaulichkeit wenig Gewinn zu ziehen ist, unterdrückt, z. B. die Eindeutigkeitsbeweise. Dadurch ist Raum gewonnen für eine behagliche Ausführlichkeit, besonders in den Anfangskapiteln, die das Buch angenehm lesbar macht. Dabei hat man nicht zu befürchten, unvermerkt über wichtige Dinge hinweggeführt zu werden und sie zu übersehen, denn der Verf. hat große Sorgfalt darauf verwendet, in gefälliger und doch gründlicher Weise den physikalischen Sinn jeder mathematischen Umformung und die Tragweite jedes theoretischen Schlusses zu

erörtern. Die Stoffverteilung (1. Elektrostatik, 2. Magnetostatik, 3. Elektromagnetismus, 4. Induktion, 5. Elektrische Wellen) wird geschickt benutzt, um die sachlichen Schwierigkeiten gleichmäßig über das Buch zu verteilen. Einige Versehen und Druckfehler, z. B. S. 5 Z. 4, S. 14 Z. 28, S. 20 unten, wird der Leser leicht erkennen. Die Ausdrucksweise auf Seite 11: „Unter räumlicher Dichte versteht man die Elektrizitätsmenge, die im Kubikzentimeter enthalten ist“ wird den Dimensionen nicht gerecht. Diese Kleinigkeiten kommen nicht in Betracht gegen die Vorzüge des Buches, das jeder mit Vergnügen und Nutzen lesen wird. *W. Fu.*

Natur-Paradoxe. Ein Buch für die Jugend zur Erklärung von Erscheinungen, die mit der täglichen Erfahrung im Widerspruch zu stehen scheinen. Nach Dr. W. Hampsons „Paradoxes of Nature and Science“ bearbeitet von Dr. C. Schäffer. Mit 4 Tafeln und 65 Textbildern. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1908. VIII u. 180 S.

Der Titel ist nicht ganz geschickt gewählt; denn es gibt wohl Paradoxe der Naturwissenschaft nicht aber der Natur. Der Verfasser erörtert sogenannte Paradoxe aus der Mechanik, Wärme, Chemie, Biologie und im Anhang auch einen scheinbaren Widersinn aus der Mathematik, also Paradoxe aus dem Stoffgebiet, das auf der Unterstufe der englischen Schule behandelt wird. Das Buch enthält eine Reihe hübscher Versuche, die meistens mit ganz einfachen Mitteln ausführbar sind, und dieser Vorzug hat wohl die deutsche Bearbeitung angeregt. Hampson ist der Erfinder einer trefflichen Vorrichtung zur Verflüssigung der Luft, er erfüllt aber doch nicht ganz alle Anforderungen, die man an einen Jugendschriftsteller stellen muß. Schon der behandelte Stoff ist nicht unbedenklich. Darf man einem Jungen, der die einfachen regelrechten Naturerscheinungen noch nicht recht kennt, eingehender mit den scheinbaren regelwidrigen Ausnahmen beschäftigen? Es ist doch zu befürchten, daß dabei seine Vorstellungen nicht geklärt, sondern verwirrt werden. Namentlich auf solche Knaben, die eine noch ungezügeltere Einbildungskraft und zugleich eine geringe oder noch unentwickelte Verstandesschärfe haben, kann ein derartiger Lesestoff oft schädlich wirken. Die gegebenen Erklärungen sind von ungleichem Wert, zuweilen nicht einfach, zuweilen aber nicht tief genug. Die Bearbeitung hätte noch gewinnen können, wenn berücksichtigt worden wäre, daß

die deutschen Schüler eine bessere mathematische Schulung als die englischen haben. Das Lesen des Buches kostet mancherlei Mühe und Anstrengung. Nicht selten hat man die Empfindung, daß mit untauglichen Mitteln gearbeitet wird. Es herrscht gegenwärtig bei unsrer Jugend ein wahrer Hunger nach naturwissenschaftlichen und technischen Lesebüchern, und man gerät oft in peinliche Verlegenheit, wenn die Jungen bitten, ihnen über dies und das ein wirklich gutes Buch zu empfehlen. Es wäre dringend zu wünschen, daß pädagogisch hochbegabte Lehrer, die die Naturwissenschaft und die deutsche Sprache meisterhaft beherrschen, diesen Notstand beseitigten. *H. Hahn.*

Stereochemie, die Lehre von der räumlichen Anordnung der Atome im Molekül. Von Dr. L. Mamlock, Berlin. Mit 58 Figuren im Text. Leipzig, Druck und Verlag von B. G. Teubner, 1907. VI u. 152 S. Preis geb. M 5,—.

Daß die Darstellung der Atomverknüpfungen in der Zeichenebene nicht auf die Dauer genügen würde, hatte schon Wollaston 1808 vorausgesehen, aber erst nachdem die organische Chemie eine ganze Reihe von Entwicklungsstufen durchgemacht hatte, war diese Erweiterung unserer Vorstellung nötig. 1874 stellten Le Bel und vor allem van't Hoff ihre stereochemische Theorie auf, die 1848 von Pasteur schon angedeutet, aber nicht durchgearbeitet war. In der Folgezeit ist dann eine Fülle von Material über die Isomerieverhältnisse bei den Kohlenstoffverbindungen zusammengetragen, namentlich die optische Isomerie ist von Physikern und Chemikern gleich liebevoll studiert worden. Emil Fischer hat feine Fäden zur Biologie hinübergesponnen. Einzelheiten bedürfen noch sehr der Klärung. Die Serienuntersuchungen von Walden haben gezeigt, wie viel Zusammenhänge, d. h. Erklärungen, noch zu finden sind. Aber die Theorien von van't Hoff und Le Bel, die anfangs mit schneidendem Hohn abgelehnt worden waren (siehe van't Hoff's Schrift: Dix années dans l'histoire d'une théorie 1887), haben sich als festes Fundament bewährt, das auch einen sehr erweiterten Bau tragen kann. Neben der optischen Isomerie behandelt das Buch von Mamlock etwas kürzer die geometrische Isomerie, die Stereochemie ringförmiger Kohlenstoffverbindungen und die Stereochemie des Stickstoffs. Die der anderen Elemente ist noch so wenig durchgearbeitet,

daß sie auf wenigen Seiten abgehandelt wird. Zum Schluß wird Werners Theorie besprochen, die mit Erfolg die in der organischen Chemie üblichen Anschauungsweisen auf die anorganische Chemie überträgt und in dem dunklen Gebiet der Komplexsalze (Kobalt, Chrom, Platin etc.) Licht geschaffen hat.

Die Darstellungsweise des Verfassers ist klar. Präparative und konstitutionelle Einzelheiten werden fortgelassen und die allgemeinen Gesetze knapp und gut herausgearbeitet, so daß das Buch auch für Nichtchemiker eine genüreichere Lektüre ist.

W. Roth-Greifswald.

Einleitung in das Studium der physikalischen Chemie. Von Sir William Ramsay. Deutsch von M. Iklé. Leipzig, J. A. Barth, 1908. 83 S. M 1,60.

Die Schrift ist im wesentlichen historischer Natur. Sie will nicht, wie sonst wohl jede „Einführung“ in das Gebiet der physikalischen Chemie, die neueren physikalisch-chemischen Gesetze eingehender darlegen und diese durch Anführung einzelner Versuche usw. näher begründen — die Schrift enthält z. B. kaum eine Konstante, hat auch keinerlei Gliederung —, sondern sie greift aus der Geschichte der Chemie dasjenige heraus, was als Bestandteil der jetzigen physikalischen Chemie gelten kann, d. h. sie schildert den Werdegang dieses Wissenschaftszweiges gleichsam in einem einzigen fortlaufenden, außerordentlich fesselnden Vortrage. Welchen Wert eine derartige knappe Darstellung hat, wenn sie von so kundiger Seite aus geschieht, liegt auf der Hand. Als Vorbedingung für die ersten Fortschritte in dem genannten Gebiet wird die Beseitigung dreier irrtümlicher Anschauungen, der von der immateriellen Natur der Gase, der von der Verbrennung und der von der materiellen Natur der Wärme angesehen. Dann wird der Wert der Atomhypothese Daltons, der Avogadroschen Anschauung, der kinetischen Gastheorie, der beiden Hauptsätze der Thermodynamik — welche als „die Grundpfeiler“ der Physik und Chemie hingestellt werden —, der Dissoziationserscheinungen u. a. gekennzeichnet, und wird weiter bis zu den Gesetzen und Anschauungen der modernen physikalischen Chemie vorgedrungen. Verfasser registriert jedoch nicht nur die Resultate der Forschung, sondern deckt auch mehrfach die Lücken auf, die in einzelnen Gebieten, z. B. in der Theorie der spezifischen Wärme fester und flüssiger Körper, in der Spektroskopie nach der ultra-

roten Seite hin, noch vorhanden sind. Bemerkenswert ist, welcher großer Wert der Molekularanschauung beigelegt wird; sie beherrscht schließlich die ganze Darstellung. — Die Übersetzung ist vorzüglich zu nennen; nicht einverstanden sind wir jedoch mit der Schreibweise Kalzium — in wissenschaftlichen Büchern sollte allein die vom Deutschen Ingenieur-Verein veröffentlichte, gewissermaßen wissenschaftlich-offizielle Schreibweise maßgebend sein (vgl. dieses Heft S. 201). S. 58 ist einmal das Wort Soda unrichtig angewendet. — Die wertvolle Schrift sei allgemeiner Beachtung empfohlen. *0.*

Lötrohrpraktikum. Anleitung zur Untersuchung der Minerale mit dem Lötrohr. Von E. Haase in Halle a. S. Leipzig 1908, E. Nägele. 89 S. M 1,20.

Das für den Anfänger, und zwar zum Selbstunterricht bestimmte Büchlein ist seinem Zwecke mit großem Geschick angepaßt. Es sind die Einzelheiten in der Handhabung des Lötrohres sowie der Untersuchung einfacher Mineralien, sogar einiger Gesteine, anschaulich auseinandergesetzt. Das Büchlein erscheint daher wohl geeignet, dem Schüler die Beschäftigung mit dem Lötrohr und den Mineralien zu einer gern geübten Tätigkeit werden zu lassen. Wir hätten nur gewünscht, es wäre für das Erhitzen vor dem Lötrohre, zumal auf Kohle, auf die Zweckmäßigkeit des Tragens einer einfachen Brille hingewiesen — die Mineralproben zerknistern manchmal recht heftig, und manche Kohlen sprühen plötzlich unberechenbar. Im übrigen sei das Büchlein angelegentlich empfohlen. *0.*

Lehrbuch der Geologie und Mineralogie für höhere Schulen. Große Ausgabe für Realgymnasien und Oberrealschulen. Von Dr. P. Wagner, Oberl. in Dresden. Mit 284 Abb. u. 3 Farbentafeln. Leipzig u. Berlin, B. G. Teubner, 1907. 208 S.

Da die Vorzüge des kleineren Lehrbuches desselben Verfassers bereits in dieser Ztschr. (21, S. 213) eingehender gewürdigt worden sind, so müssen wir uns damit begnügen, auf das Erscheinen der wenig (ca. 20 S.) umfangreicheren zweiten Ausgabe hinzuweisen. Das Hauptkennzeichen der Arbeit in methodischer Hinsicht ist die „gegenseitige Durchdringung“ der beiden Disziplinen Mineralogie und Geologie, „deren scharfe Trennung“, nach den Worten des Verfassers, „nur auf der Hochschule eine Berechtigung findet“. Das Buch sei von neuem der Beachtung empfohlen. *0.*

Dreifarbenphotographie nach der Natur nach den im photochemischen Laboratorium der Technischen Hochschule zu Berlin angewandten Methoden. Von Dr. A. Miethe. 2. Aufl. (Enzyklopädie der Photographie, Heft 50.) Halle, W. Knapp, 1908. VIII u. 82 S., 9 Abb. im Text u. 1 Dreifarbendruck. Geh. M 2,50.

Die Autochromphotographie und die verwandten Dreifarbenrasterverfahren. Von Dr. E. König. Berlin, G. Schmidt (R. Oppenheim), 1908. 60 S. Steif geh. M 1,50; geb. M 1,70.

Die Grundlagen der Farbenphotographie. Von Dr. B. Donath. (Die Wissenschaft, Heft 14.) Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1906. VIII u. 166 S., 55 Abb. im Text u. 1 farb. Ausschlagtafel. Geh. M 6,50; geb. M 7,00.

Die beiden ersten sind Spezialschriften, von denen die von Miethe am ausschließlichen die Arbeiten eines Autors berücksichtigt, aber unter Darstellung der von diesem und seinen Schülern erhaltenen Ergebnisse eine recht gute Anleitung zur Herstellung von Dreifarbenbildern gibt.

Auch die Schrift von König beschäftigt sich vornehmlich, aber nicht ausschließlich, mit einem, dem Lumière'schen, Verfahren und ist jedem, der dasselbe durch eigene Versuche

zu erproben wünscht, angelegentlichst zu empfehlen.

Im Gegensatz zu den Vorgenannten ist die Schrift von Donath, deren Verfasser ja selbst eingehende, sehr wichtige Untersuchungen auf diesem Gebiete angestellt hat, allgemeiner Art und mehr wissenschaftlichen Charakters. Sie behandelt in zwei Hauptteilen die direkten und die indirekten Methoden der Farbenwiedergabe in klarer und ausführlicher Weise und ist als der wohl zurzeit beste und verlässlichste Wegweiser in dieses an begrifflichen wie praktischen Schwierigkeiten nicht arme Gebiet wärmstens zu empfehlen.

B. v. Cz.

Photographisches Lexikon. Von Dr. F. Stolze. (Enzyklopädie der Photographie, Heft 61.) Halle, W. Knapp, 1908. VI u. 201 S. Geh. M 4,50.

Ein an sich gutes, aber verhältnismäßig teures Spezialwörterbuch, dessen allseitige Brauchbarkeit leider dadurch erheblich beeinträchtigt wird, daß für viele Stichworte statt einer Erläuterung, z. B. bei „Tonbäder“ statt Rezepten, nur literarische Hinweise auf andere Bücher gegeben sind.

B. v. Cz.

Versammlungen und Vereine.

Mathematisch-naturwissenschaftlicher Ferienkursus an der Universität Erlangen.

13.—19. April 1909.

Es hatten sich 42 Herren eingefunden. Im Auftrag der Staatsregierung wohnte Herr Regierungsrat Dr. End aus München dem ganzen Ferienkursus bei. Folgende Vorträge und Übungen wurden abgehalten:

Herr G. R. Prof. Dr. Jordan: Über konjugierte Kegelschnitte. — Herr Prof. Dr. M. Nöther: Die Variationsprinzipien der Mechanik. — Herr Privatdozent Dr. Hilb: Elementarmathematik vom höheren Standpunkte aus. — Herr Prof. Dr. E. Wiedemann: Entwicklung und Ergebnisse der Astrophysik; Untersuchungen über die Natur des Stoffes auf den Himmelskörpern; über Schülerübungen. — Herr Prof. Dr. R. Reiger: Der moderne Massen- und Zeitbegriff. —

Physikalische Demonstrationen von Prof. Dr. E. Wiedemann, Prof. Dr. R. Reiger, Dr. Lampe und Dr. Würschmidt. Handfertigkeitsübungen. —

Herr Prof. Dr. Lenk: Erdbebenforschung, Vulkanismus und Erdinneres. — Herr Prof. Dr. Solereder: Die Ursachen der Organbildung im Pflanzenreich. — Herr Prof. Dr. Pechuel-Löschke: Ergebnisse der Polarforschung. — Herr Prof. Dr. Gutbier: Chemie der hohen Temperaturen. — Herr Privatdozent Dr. Zander: Tiefseeorganismen. — Herr Prof. Dr. Jamin: Gesundheitspflege des Jünglingsalters. —

Im mathematischen Verein hielt am Freitag, den 16. April, Fräulein Dr. Nöther einen Vortrag über Minkowski: Geometrie der Zahlen und das Zahlengitter in der Ebene.

Am Sonntag, den 18. April, fand eine geologisch-botanische Exkursion auf das Walberla bei Forchheim unter Führung der Herren Prof. Lenk und Solereder statt und am Montag, den 19. April, wurden die Siemens-Schuckert-Werke in Nürnberg unter Führung der Herren Prof. Wiedemann und Reiger besichtigt.

Adami.

Mitteilungen aus Werkstätten.

**Fadengalvanometer für Messungen mit hoher
Empfindlichkeit.**

VON GANS U. GOLDSCHMIDT, Elektr. Ges.
m. b. H. in Berlin N 4.

Im ersten und vierten Heft des vorigen Jahrganges brachten wir an dieser Stelle die Beschreibung von elektrischen Präzisions-Meßinstrumenten für Schülerübungszwecke, die inzwischen bei vielen Schulen eingeführt wurden. Die Apparate waren achsengelagerte Vertikal-Zeigerinstrumente; die heute vorliegenden, ebenfalls für Schülerübungen be-

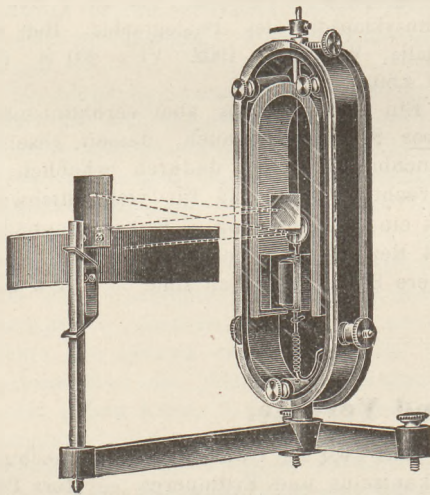


Fig. 1.

stimmten, sind Apparate mit Fadenaufhängung und eignen sich für Messungen feiner Ströme, und zwar bis 10^{-6} Ampere für 1° Ausschlag.

Figur 1 zeigt ein Drehspulspiegelgalvanometer, welches an Stelle der bisher üblichen Fernrohrablesung eine einfache für den Unterricht sehr instruktive Anordnung trägt, die den Gebrauch des Fernrohres zwar anschaulich darstellt, jedoch den eigentlichen optischen Teil desselben entbehrlich macht. In der Verlängerung der Drehspulachse ist, wie üblich, ein kleiner Spiegel angebracht, welcher an der Bewegung der Drehspule teilnimmt. Durch ein diesem Spiegel gegenüber gestelltes Diaphragma beobachtet man das Spiegelbild der unterhalb des Diaphragmas angeordneten Skale, welche Feinteilung trägt. Ein Teil des drehbaren Spiegels ist durch stellenweise Versilberung der Glasdeckplatte verdeckt.

Unterhalb des Diaphragmas ist dem oberen feststehenden Spiegel gegenüber eine scharf gravierte Linie als Ersatz des Fadenskreuzes angeordnet, welche in dem oberen Spiegel als fester Index zu den beweglichen Teilstrichen im drehbaren unteren Spiegel erscheint. Die punktierten Linien in der Abbildung veranschaulichen den Strahlengang. Die Skale ist kreisbogenförmig dem Spiegel gegenüber mit Index und Einblickloch in der Höhe leicht verstellbar angeordnet. Das Galvanometer Figur 2 hat an Stelle der

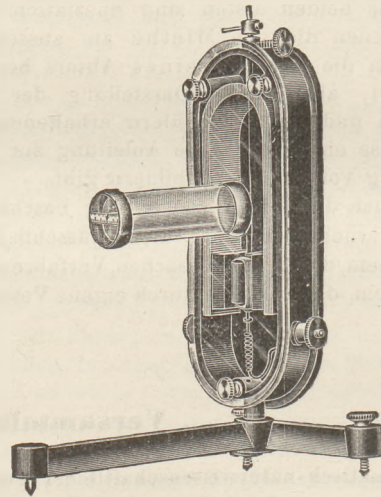


Fig. 2.

Spiegelablesung eine Zeigerablesung auf einer an der Stirnfläche des Glastubus angebrachten Skale. Dieses Galvanometer besitzt die gleiche Empfindlichkeit wie das obige.

Beide Apparate haben gleiches System, und zwar die Drehspule zwischen Polschuhen und mit rundem Weicheisenkern freischwiegend. Durch Drehung des Aufhängefadens kann man dem System von außen eine beliebige Stellung geben; die Einstellvorrichtung wird beim Transport des Apparates gesenkt und dadurch der Aufhängefaden entlastet, so daß er vor dem Zerreißen geschützt ist. Der Aufhängefaden dient als Stromzuführung und liefert die Richtkraft für die Drehspule, die Stromableitung erfolgt durch die untere Spirale, der Anschluß durch die beiden seitlichen Klemmen.

Die hohe Empfindlichkeit macht den Apparat geeignet, um bei Nullmethoden, bei

spielsweise an der Wheatstoneschen Meßbrücke, mit großer Genauigkeit Ablesungen machen zu können, auch zur Messung von Thermoströmen etc. ist er reichlich empfindlich. Anstatt der Skalenablesung kann auch eine objektive Ablesvorrichtung angebracht werden, um die Galvanometer für Projektion mittels Lichtzeigers geeignet zu machen. Die Apparate werden trotz sehr präziser Ausführung als Massenartikel hergestellt, damit ein billiger Anschaffungspreis jeder Lehranstalt die Anschaffung ermöglicht. Der Verkaufspreis jedes der beiden Apparate beträgt M 45,—. Da die Innenteile durch eine geschliffene Glasplatte verschlossen und dabei gut übersichtlich sind, so können die Apparate nicht nur als Meßinstrumente für technische Messungen, sondern auch als Demonstrationsapparate zur Erläuterung des Deprez-d'Arsonvalschen Galvanometerprinzips und der Ablesevorrichtungen dienen. Selbst das Einziehen eines neuen Aufhängefadens macht bei den leicht zugänglichen Teilen keine besondere Mühe, da nach Lösen der drei Kordelschrauben die Glasplatte abgenommen werden kann.

In demselben Aufbau werden auch elektrostatische Galvanometer zum gleichen Preis wie oben ausgeführt.

Selbsttätiger, automatischer, Heber,

erfunden von EMIL NEUGEBAUER in Wiesbaden.
D. R. P. Nr. 205404.

Der selbsttätige Heber $edbac$ (Figur 1) weist 4 glatte kommunizierende Röhren auf, 2 längere ba und ac und 2 kürzere ed und db . Der gewöhnliche Heber hat nur die 2 Röhren ba und ac . Denkt man sich den selbsttätigen Heber bei b abgeschnitten, so zerfällt er in zwei gewöhnliche Heber. Von diesen 4 Röhren müssen die zwei kürzeren ed und db in die abzufüllende Flüssigkeit so eingetaucht werden, daß der Scheitelpunkt d unter dem Niveau f der Flüssigkeit liegt; alsdann steigt die Flüssigkeit in dem Schenkel ed in die Höhe, stürzt in den Schenkel db herunter, gewinnt durch den Fall lebendige Kraft und vermag sich vermöge derselben in dem Schenkel ba über das Niveau f der Flüssigkeit im Gefäße zu erheben. Sie übersteigt daher den Scheitelpunkt a und tritt in die Röhre ac . Sowie sie ein wenig unter

dem Punkt g ist, erfolgt der Ausfluß nach dem Gesetz des gewöhnlichen Hebers. Es unterscheidet sich der selbsttätige Heber demnach von dem gewöhnlichen dadurch, daß bei ihm das Ansaugen wegfällt. Die lebendige Kraft, die die Flüssigkeit durch das Herunterfallen in der Röhre db erlangt, ersetzt das Ansaugen, befähigt die Flüssigkeit, die Höhe fa zu übersteigen und in der Röhre ac bis unter den Punkt g zu kommen. Von da an unterscheidet sich der selbsttätige Heber

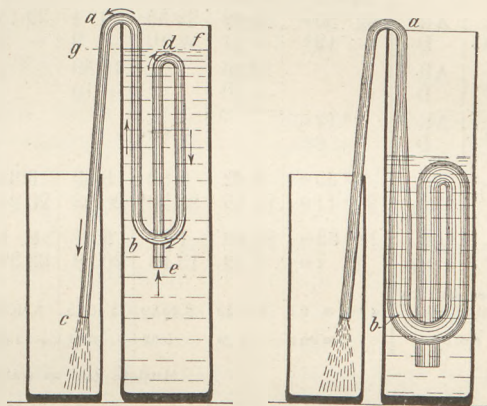


Fig. 1.

Fig. 2.

nicht mehr von einem gewöhnlichen Heber, er funktioniert daher auch ebenso ruhig und sicher wie dieser.

Die Vorteile, die der selbsttätige Heber bietet, sind in die Augen fallend.

Die Höhe, bis zu welcher die Flüssigkeit in dem Schenkel ba gehoben wird, hängt ab von der lebendigen Kraft der Flüssigkeit, die letztere im Schenkel db erlangt. Die lebendige Kraft aber wächst sowohl mit der Höhe des Schenkels db als mit seinem Querschnitt. Wird daher der selbsttätige Heber so konstruiert, wie es die Figur 2 veranschaulicht, so steigt die Flüssigkeit in dem Schenkel ba zu viel bedeutenderer Höhe. Wendet man ein Modell wie Fig. 2 an, bei dem aber die Röhre ba oben abgeschnitten ist, so springt die Flüssigkeit beim Einsenken des Hebers zu beträchtlicher Höhe empor. Biegt man in Fig. 1 das Ende e nach oben um, so bleibt der Heber auch beim Herausheben gefüllt.

Eine Kollektion von 6 Hebern der beschriebenen Art nebst Zubehör in elegantem Experimentierkasten wird von E. Neugebauer, Wiesbaden, Schillerplatz 2, für M 25 geliefert.

Himmelserscheinungen im Juni und Juli 1909.

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

		Juni						Juli					
		2	7	12	17	22	27	2	7	12	17	22	27
♀	AR	5 ^h 50 ^m	5.46	5.37	5.25	5.16	5.14	5.19	5.33	5.56	6.27	7. 5	7.47
	D	+ 23 ^o	+ 22 ^o	+ 20 ^o	+ 19 ^o	+ 19 ^o	+ 19 ^o	+ 19 ^o	+ 20 ^o	+ 21 ^o	+ 22 ^o	+ 23 ^o	+ 22 ^o
♀	AR	5 ^h 19 ^m	5.46	6.12	6.39	7. 6	7.33	7.59	8.24	8.50	9.14	9.39	10. 2
	D	+ 24 ^o	+ 24	+ 24	+ 24	+ 24	+ 23	+ 22	+ 21	+ 19	+ 18	+ 16	+ 14
☉	AR	4 ^h 39 ^m	4.59	5.20	5.41	6. 2	6.22	6.43	7. 4	7.24	7.45	8. 5	8.24
	D	+ 22 ^o	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	+ 22	+ 21	+ 20	+ 19
♂	AR	22 ^h 30 ^m	22.42	22.53	23. 4	23.15	23.25	23.35	23.44	23.53	0. 1	0. 9	0.15
	D	- 12 ^o	- 11	- 10	- 9	- 8	- 8	- 7	- 6	- 5	- 5	- 4	- 3
♃	AR		10.35		10.39		10.44		10.50		10.56		11. 3
	D		+ 10		+ 10		+ 9		+ 9		+ 8		+ 7
♄	AR	1 ^h 17 ^m						1.26					
	D	+ 6 ^o						+ 6					
☉	Aufg.	3 ^h 45 ^m	3.42	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. 6	19.59
☾	Aufg.	18 ^h 33 ^m	23.48	1.21	3. 7	8. 1	13.49	19.55	23.10	0.19	3.25	9.17	15. 8
	Unterg.	3 ^h 1 ^m	6.23	13.16	20. 9	23.39	0.37	2.22	8.13	15.14	20.45	22.30	23.48
Sternzeit im mittl. Mittg.		4 ^h 41 ^m 6 ^s	5. 0.49	5.20.32	5.40.15	5.59.58	6.19.40	6.39.23	6.59. 6	7.18.49	7.38.32	7.58.14	8.17.57
Zeitgl.		- 2 ^m 20 ^s	- 1.30	- 0.32	+ 0.31	+ 1.36	+ 2.40	+ 3.40	+ 4.33	+ 5.17	+ 5.51	+ 6.12	+ 6.18

Mittlere Zeit = wahre Zeit + Zeitgleichung.

Sommersanfang am 22. Juni, 3^h 6^m M.E.Z.

Mondphasen in M.E.Z.	Neumond		Erstes Viertel		Vollmond		Letztes Viertel	
		Juni 18, 0 ^h 28 ^m	Juni 25, 19 ^h 43 ^m	Juni 4, 2 ^h 25 ^m	Juni 11, 3 ^h 43 ^m	Juni 3, 13 ^h 17 ^m	Juni 10, 7 ^h 58 ^m	Juni 17, 11 ^h 45 ^m

Planetensichtbarkeit	Merkur	Venus	Mars	Jupiter	Saturn
im Juni	unsichtbar	1/4 bis 1/2 Stunde lang als Abendstern sichtbar	morgens 1 bis 2 1/4 Stunden lang sichtbar	abends zuletzt nur noch eine Stunde lang sichtbar	morgens zuletzt bereits 1 1/2 Std. lang sichtbar
im Juli	unsichtbar	1/2 Stunde lang abends sichtbar, am 27. nahe bei Regulus	die Sichtbarkeitsdauer wächst bis auf 5 Stunden	wird Ende des Monats unsichtbar	von Mitternacht ab sichtbar

Phänomene der Jupitertrabanten (M.E.Z.):

Juni 1	22 ^h 32 ^m 2 ^s	IA	Juni 10	23 ^h 39 ^m 31 ^s	III E	Juni 30	22 ^h 50 ^m 13 ^s	IV A
3	22 47 11	III A	24	22 46 26	IA	Juli 9	22 20 46	II A
7	22 45 50	II A						

Eine in Deutschland **sichtbare totale Mondfinsternis** ereignet sich am 4. Juni.

Eintritt des Mondes in den Halbschatten am 3. um 23^h 37^m M.E.Z.

Kernschatten - 4. - 0 44

Beginn der Totalität 1^h 58^m, Ende 3^h 0^m, Austritt des Mondes aus dem Kernschatten 4^h 15^m aus dem Halbschatten 5^h 22^m.

Eine in Deutschland **unsichtbare totale Sonnenfinsternis** ereignet sich in der Nacht vom 17. zum 18. Juni. Die Totalitätszone erstreckt sich vom südlichen Teil Grönlands nach dem mittleren Sibirien. Als partielle Finsternis ist das Phänomen bis Japan und Nordamerika sichtbar.

Veränderliche Sterne (M.E.Z.):

Juni 13	R Lyrae-Min.	Juli 12	23 ^h	♃ Cephei-Max.	Juli 16	22 ^h	♃ Cephei-Min.
Juli 6	R Lyrae-Max.	14	23 ^h 12 ^m	Algol-Min.	29		R Lyrae-Min.

F. Koerber.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagshandlung gestattet.