

Methodische Versuche auf dem Gebiete der physikalischen
Schülerübungen.

Von

Dr. A. Günthart,

Fachlehrer für Physik am Seminar und Gymnasium der höhern Töchterschule der Stadt Zürich.

Es dürfte die Leser dieser Zeitschrift interessieren, auch einmal eine schweizerische Stimme zur Schülerübungsfrage zu hören. Die Knaben- und Mädchenschulen der Schweiz haben gebrochenen Schulgang: Das Gymnasium bzw. die Oberrealschule oder das Seminar beziehen die Schüler erst im 13., mancherorts, z. B. an unserer Anstalt, sogar erst im 15. Altersjahr. So kommt es, daß denjenigen Fächern, welche erst in diesen höhern Unterrichtsanstalten einsetzen, eine bedeutend geringere Gesamtzahl von Wochenstunden zugemessen ist als an den gleiches Ziel verfolgenden Schwesteranstalten Deutschlands. So auch im Fache der Physik. Ich selbst muß z. B. die Gymnasialklassen unserer Schule in 2 Jahren zu 3 Wochenstunden zur eidgenössischen Maturitätsprüfung vorbereiten. Allerdings sind die Schülerinnen 18 bis 19 Jahre alt und haben überdies im letzten Semester in Abteilungen von je 6—9 noch alle 14 Tage 2 Stunden **obligatorische Einzelübungen im Laboratorium**. Da diese wenigen Laboratoriumsstunden nicht genügen würden, um die bildende Kraft der physikalischen Schülerübungen voll wirken zu lassen, verwende ich — auf Kosten des Umfanges des Lehrstoffes natürlich! — auch noch einen Teil der dem theoretischen Unterricht zugewiesenen Zeit zu jenem Zweck. Die Klassen (12—35 Schülerinnen) sind dann allerdings nicht parallelisiert, und die Schülerinnen sitzen auf ihren gewöhnlichen Plätzen im Auditorium. Über Lehrverfahren und Gegenstände dieser „**Klassenübungen**“ habe ich in meiner Schrift „Der physikalische Unterricht als Arbeitsunterricht“, Beilage zum Programm 1908/09 der höhern Töchterschule (Bericht in dieser Zeitschrift 23, S. 127) Näheres mitgeteilt.

In letzter Zeit führten mich die Schülerinnen selbst auf ein Mittel, für ihre praktische Tätigkeit mehr Zeit zu gewinnen: die „**Hausübungen**“. In dem trefflichen Büchlein von ELLEMANN, Physikalische Schülerversuche (Hildesheim 1910), sind bereits einige für diesen Zweck geeignete Gegenstände angegeben. „Die Selbsttätigkeit des Schülers möchte noch nach der Seite angeregt werden, daß er sich zu Hause nicht nur mit der Wiederholung des in der Schule zusammengearbeiteten Stoffes befaßt, sondern er sollte auch hier bisweilen experimentell tätig sein. Wenn sich ein physikalischer Versuch mit den einfachsten Mitteln ermöglichen läßt, so wird jeder Schüler gern dazu bereit sein, besonders dann, wenn irgend ein interessantes Moment ihn förmlich dazu drängt.“ Die ELLEMANNschen Themata erwiesen sich aber, in Anbetracht des Alters unserer Schülerinnen, größtenteils als zu leicht. Ich ging darum weiter und stellte auch für diese „Hausübungen“ quantitative Aufgaben, und zwar wurden dieselben, um möglichste Selbsttätigkeit zu erzwingen, mehrere Wochen früher gestellt, als die betreffende Materie im theoretischen Unterricht zur Behandlung gelangte; auch wurden die Lösungen noch vor diesem Zeitpunkt eingesammelt. Die Beteiligung war

eine allgemeine, trotzdem sie selbstredend ganz fakultativ war. Die Schülerinnen erhielten nur Bechergläser und Glasröhren, ferner Thermometer und die nötigen Rohstoffe, wie Salol und Naphthalin, sowie etwas Quecksilber von der Schule, alles übrige erkämpften sie sich im mütterlichen Haushalte selbst. Die Resultate wurden in dieselben „Übungshefte“, welche auch den Laboratoriumsübungen dienten, in tabellarischer, graphischer oder formelmäßiger Darstellung, nebst Skizze des verwendeten Apparates, eingetragen. Rege Betätigung gerade derjenigen Schüler, deren langsames Auffassungsvermögen im theoretischen Unterricht wenig Erfolge gezeitigt hatte, und großer Eifer sämtlicher Schüler bei der nachträglichen Behandlung des von ihnen zum voraus bearbeiteten Stoffes in der Schule waren die nächsten Resultate.

Es wurden namentlich Aufgaben aus der Wärmelehre und den verwandten Gebieten gestellt. Die nachfolgend aufgeführten Übungsgegenstände erwiesen sich als besonders geeignet:

Bestimmung spezifischer Gewichte mit Pyknometer [einige Schülerinnen besaßen Apothekerwagen und kleine Gewichtsätze, die übrigen verwendeten Briefwagen oder konstruierten solche aus Karton nach H. BOHN, Physikalische Apparate und Versuche einfacher Art aus dem SCHÄFFER-Museum (Berlin 1902, S. 43 und 44)], mit Doppelheber nach NOACK, Aufgaben für physikalische Schülerübungen (Berlin 1905, S. 7) und kommunizierenden Röhren.

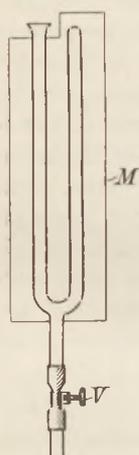


Fig. 1.

Aufsuchung des BOYLESCHEN Gesetzes mit der MELDESCHEN Kapillare (NOACK, S. 51) oder der in Fig. 1 dargestellten U-Röhre von ca. 40 cm Länge und 1 cm lichter Weite. (*M* Maßstab aus Millimeterpapier, *V* Verschuß).

Bestimmung des Litergewichtes der Luft nach GRIMSEHL (diese Zeitschr. XVI, S. 288) und REBENSTORFF (diese Zeitschr. XII, S. 133).

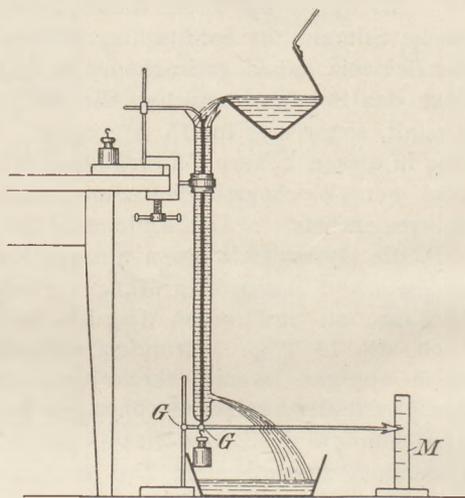


Fig. 2.

Linearer Ausdehnungskoeffizient von Drähten mit dem von Schülern erfundenen Apparat Fig. 2. Der Draht wurde durch ein weites Glasrohr gezogen und unten beschwert. In die Röhre wurde aus einer Pfanne zuerst Wasser von gemessener Temperatur, hernach kochendes Wasser geschüttet; die Hauptmenge desselben floß unten durch ein seitlich angebrachtes Loch ab. Die Verlängerung des Drahtes wurde durch den gezeichneten Hebel vergrößert (ein Schüler hatte einen kombinierten und darum stärker wirkenden Hebelapparat konstruiert) und aus dem Längenverhältnis der Arme und dem Ausschlag an der Skala berechnet. (*GG* Gelenke, *M* Maßstab).

Ausdehnungskoeffizient von Petroleum mit kleinem Glasfläschchen mit aufgesetztem engen Rohr (Pyknometer) und mit kommunizierendem Rohr (Erwärmen des einen Schenkels desselben ähnlich wie oben bei der Bestimmung des Ausdehnungskoeffizienten von Drähten).

Abkühlungskurve und Schmelzpunkt von Naphthalin (Rühren).

Abkühlungskurve bei Unterkühlung von Salol (erschütterungsfreies Abkühlen).

Siedepunkt von Alkohol mit Manometerrohr (NOACK S. 54) und von verschiedenen $(NH_4)_2CO_3$ -Lösungen durch Erhitzen im Becherglas mit eingetauchtem Thermometer.

Spezifische Wärme: Abkühlungskurven gleicher Gewichtsmengen Öl, Sand und Wasser (Land- und Seeklima); Schmelzwärme von Eis nach eigener Methode, spez.

Wärme nach BLACK; Ausdehnungsverhältnis des Wassers beim Gefrieren durch Untertauchen eines gewogenen Eisstückes in Überlaufgefäß mit Eiswasser (zur Erklärung der Regelation).

Eine Schülerin erfand, durch Bemerkungen des Lehrers angeregt, verschiedene aerostatische Spielereien, von denen einige in Fig. 3 und 4 wiedergegeben sind. (Fig. 3a und 3b Saugheber zur Demonstration des Überdruckes nach außen, Fig. 4 intermittierender Brunnen, *R* Reguliervorrichtung.) Eine andere lieferte ein Instrumentarium zur Wechselstromlehre: Eine einfache magnet-elektrische Maschine mit Schleifringen ähnlich derjenigen GRIMSEHLS, deren Wechselstrom bei langsamem Drehen mit empfindlichem Galvanoskop nachgewiesen wurde; einen Elektromagnet mit großem Eisenblechanker, dessen Schwingungen beim Durchleiten von Wechselstrom durch das entstehende Geräusch und das Emporhüpfen aufgelegter Markkugeln wahrgenommen wurden; einen einfachen Apparat für Induktion bei Wechselströmen (Repul-

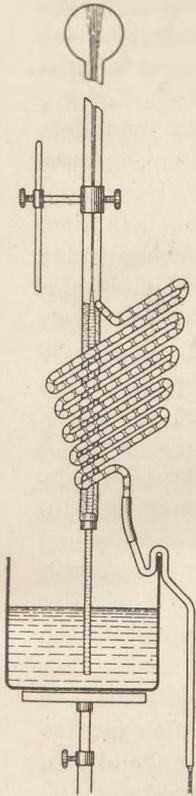


Fig. 3b.

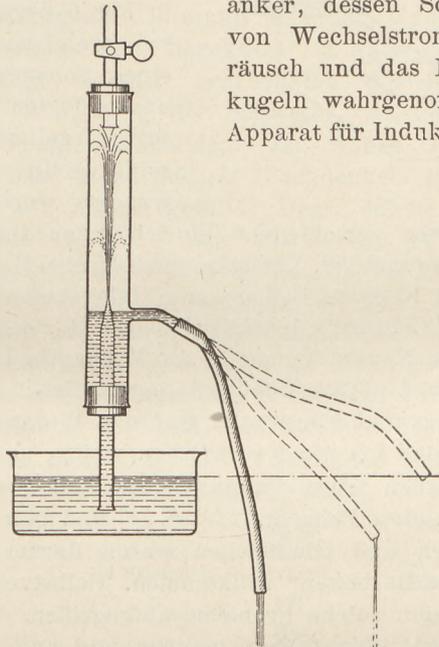


Fig. 3a.

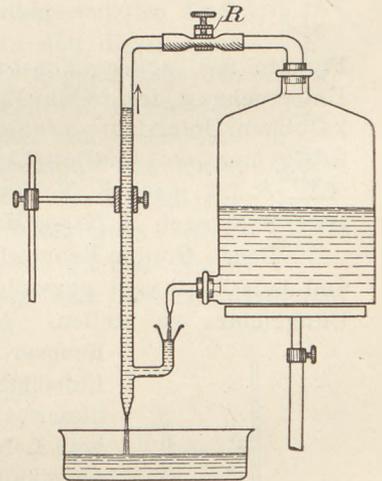


Fig. 4.

sion eines Ringes *R* aus *Al*-Blech, während ein gleicher, aber an einer Stelle durchschnittener Ring *R'* am Ort verharrt, vgl. Fig. 5, *G* Glasröhre, *S* Eisenstäbe); einen kleinen Transformator mit geschlossenem Kern aus dünnem Bandeseisen.

Im vergangenen Schuljahre wurde ein weiteres methodisches Experiment durchgeführt: die Laboratoriumsstunden wurden anstatt zur Lösung mehrerer vereinzelter Aufgaben zur Bearbeitung einer einzigen „**Quartalsarbeit**“ verwendet. Zu Anfang des Schulquartals wurde jedem Schüler eine besondere Aufgabe, meist in der Form eines kurzen Fragesatzes, gestellt und auf die einschlägigen Stellen im Lehrbuch (ROSENBERG, große Ausg.) und ev. weiterer Literatur verwiesen. Am Schluß des Quartals wurden die Ergebnisse: knapper illustrierter Text nebst dem gewonnenen Zahlenmaterial, in Empfang genommen.

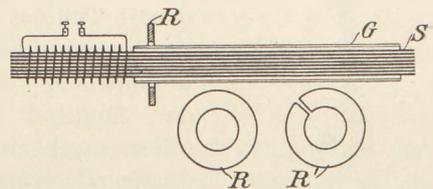


Fig. 5.

Die Themata wurden hier nur schon behandelten Teilen des Lehrgebietes entnommen und ganz der Individualität und dem Können des Schülers angepaßt. Eine praktisch veranlagte Schülerin bestimmte Lichtstärken und Brennstundenpreise von Petrollampen, Argand- und Gasglühbrennern (mit einer Präzisionsgasuhr), von Kohle-

und Metallfadenglühlampen, Nernstbrennern und Bogenlampen (mit Hilfe eines Thomson-Houston-Zählers), eine andere den Effekt eines Segner-Wasserrades (durch Heben von Gewichten), eines Dampfmaschinenmodells (durch Bremsen mit Schnur, deren eines Ende über Rolle geführt und belastet und deren anderes Ende mit empfindlicher Federwaage verbunden wird), eines Gleichstrommotors (mit selbstgefertigtem Pronyschem Zaum). Schüler mit stärkerer wissenschaftlicher Ader lieferten Untersuchungen über Pendel, stellten u. a. durch Überlegung und experimentell (mit

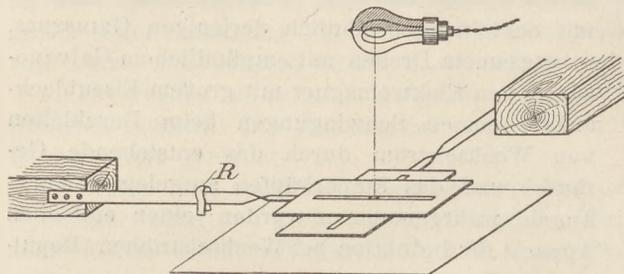


Fig. 6.

Streusandpendel nach SCHREBER und SPRINGMANN, Experimentierende Physik, 2. Aufl., Leipzig 1905, I. Band, S. 102 und dem in Fig. 6 dargestellten Apparat, bei welchem zur Erzeugung eines Schattenbildes auf dem untergelegten Papierblatt eine sog. Spiegellampe, d. h. eine halbseitig versilberte Glühlampe verwendet wurde) Lissajoussche

Figuren her, andere konstruierten verschiedene Einrichtungen zur experimentellen Untersuchung des freien Falles (nach W. ELSÄSSER, Graphische Methoden im physikalischen Unterricht der oberen Klassen, Beilage zum Jahresbericht des städtischen Realgymnasiums Charlottenburg, Ostern 1905; nach HARRISON H. BROWN, diese Zeitschr. XXI, S. 322; nach K. T. FISCHER, Neuere Versuche zur Mechanik, Leipzig und Berlin 1902, S. 3; nach H. HAHN, Handb. f. physik. Schülerübungen, Berlin 1909, S. 145).

Durch Gordon-Bennettfahren und Flugwoche war das Interesse für Aeronautik und Aviatik so rege geworden, daß ich nicht versäumen wollte, es in den Dienst des Unterrichtes zu stellen. Aufgaben über Ballonauftrieb (diese größtenteils nach

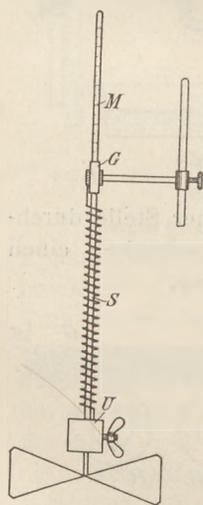


Fig. 7a.

REBENSTORFF, diese Zeitschr. XIX, S. 98) und besonders solche über Luftschrauben und Gleitflächen waren darum als Gegenstände dieser „Quartalsarbeiten“ willkommen. Selbstverständlich wurden vom Lehrer nur solche Probleme aufgegriffen, die genügend rein physikalischen Bildungswert besaßen und andererseits relativ einfacher experimenteller und rechnerischer Technik zugänglich waren. Man erfand zunächst nach Anregung durch den Lehrer die in den Fig. 7a und 7b skizzierten Einrichtungen (*U* Uhrwerk aus einem Spielzeug, am oberen Teil des Stabes *S* ist eine Zentigrammskala *M* angebracht, *G* Glasröhre) zur Bestimmung der Zugkraft von Schrauben (diese ergibt sich bei Fig. 7b durch Berechnung aus dem Winkel α) und prüfte die Abhängigkeit derselben von der

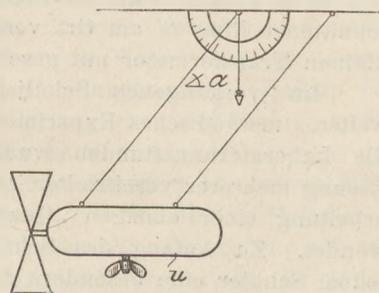


Fig. 7b.

Zahl und Neigung, der Länge, Breite und Form der Flügel (diese waren aus dünnem Blech, und zwar alle zusammen aus einem einzigen Stück, hergestellt; auch „Spiralschrauben“ wurden erprobt). Als Paralleluntersuchungen hierzu wurde nach SCHREBER und SPRINGMANN, I. Band, S. 96 die Abhängigkeit des Widerstandes der Schrauben von den genannten Faktoren sowie von der Tourenzahl durch Messung des Verbrauches elektrischer Energie bestimmt, damit nach den Ergebnissen beider Versuchsreihen die besten Anordnungen gefunden werden konnten. Unter Verwendung von

Rauch wurden alsdann Strömungskurven beobachtet und gezeichnet. Ein Schüler versuchte sich zu Hause in der Konstruktion eines Schaufelrades, dessen Schaufeln beim Abwärtsgehen sich automatisch schließen und beim Steigen öffnen (Vogelflug), ein anderer in der Herstellung eines kombinierten Schrauben-Gleitfliegermodelles, beide allerdings mit wenig Erfolg. Eine Schülerin brachte mir zu meiner Überraschung ein 2 m langes gut funktionierendes Modell eines Voisin-Zweideckers, das ich seither in theoretischen Unterricht zur Illustration des Kräfteparallelogrammes und mancher Gleichgewichtserscheinungen benutze. Dann wurde die Abhängigkeit des Widerstandes der Gleitflächen von ihrer Form untersucht. Die Gleitflächen bildeten dabei den Pendelkörper eines tetrafilaren Fadenpendels. Die Resultate wurden mit den Strömungsphotogrammen in R. NIMFÜHR, Leitfaden der Luftschiffahrt und Flugtechnik, 2. Aufl., Wien und Leipzig 1910, verglichen. Als anregende Literatur gab ich einem Schüler LILIENTHALS „Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst“, 2. Aufl., Berlin 1910, in die Hand.

Einige tüchtige Schüler bearbeiteten das Kapitel „Ausfluß einer Flüssigkeit unter Einwirkung der Schwere“, welches ich im theoretischen Unterricht hatte übergehen müssen. Ein weites Glasrohr von ca. 140 cm Länge (Fig. 8) wurde unten mittels Blechdeckels mit eingestanztem Loch verschlossen und mit Wasser gefüllt. Dann öffnete man den dieses Loch verschließenden Mechanismus. War das Niveau bei 121 angekommen, so wurde ein Taschenchronoskop in Gang gesetzt, bei Teilstrich 100 wurde dasselbe durch einen zweiten Fingerdruck arretiert, hierauf der Verschlußmechanismus wieder zugemacht und oben Wasser nachgefüllt. Das Mittel aus mehreren solchen Messungen ergab für die Zeit, welche das Niveau zur Bewegung von 121 bis 100 brauchte, in unserem Falle 5,2 Sekunden. Hierauf wurden die Höhen bestimmt, auf welchen das Niveau zu den Zeiten 2, 3, 4 . . . , d. h. nach 10,4, 15,6, 20,8 . . . Sekunden angelangt war. Die Resultate sind in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt.



Fig. 8.

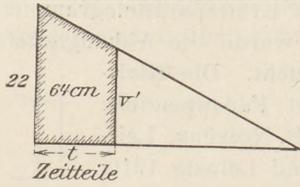
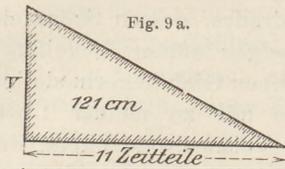
Zeit (1 Zeiteil = 5,2 Sekunden)	Stand des Niveaus	Wege des obersten Punktes in den einzelnen Zeiteilen
0	121	
1	100	21
2	81	19
3	64	17
4	49	15
5	36	13
6	25	11
7	16	9
8	9	7
9	4	5
10	1	3
11	0	1

Gegen Ende der Bewegung kommen Abweichungen von dieser Zahlenreihe vor, über welche die Schüler auf Grund messender Beobachtungen nachzudenken haben.

Also ist die in 11 Zeiteilen erfolgende Bewegung des obersten Punktes eine gleichförmig verzögerte mit der Verzögerung 2 cm. Es ist also die Anfangsgeschwindigkeit

$$V = 2 \cdot 11 = 22 \text{ cm.}$$

Nun wurde die Bewegung eines andern Punktes, z. B. desjenigen, der am Anfang bei Teilstrich 64 stand, untersucht. Sie hat dieselbe Anfangsgeschwindigkeit 22 und auch die gleiche Verzögerung 2, jedoch nicht die Endgeschwindigkeit 0, sondern V' . Durch die nachfolgende Übersicht und das Diagramm Fig. 9 b stellten die Schüler auch diese Bewegung dar.



Zeit (1 Zeiteil = 5,2 Sekunden)	Stand des Punktes 64	Bewegung des Punktes 64 in den einzelnen Zeiteilen
0	64	
1	43	21
2	24	19
3	7	17
t	0	7

Aus den Gleichungen

$$\frac{22 + V'}{2} \cdot t = 64$$

$$22 - V' = 2t$$

ergab sich:

$$t = 3,45 \text{ Zeiteile}$$

$$V' = 15,1 \text{ cm.}$$

Wenn die Wassersäule von 64 bis 0 ausgeflossen ist, so steht das Niveau bei 57 cm. Seine Geschwindigkeit ist in diesem Momente 15,1 cm. Am Anfang war die Druckhöhe 121 cm, die zugehörige Geschwindigkeit des Niveaus 22 cm. Nun verhalten sich die Ausflußgeschwindigkeiten wie die Geschwindigkeiten des Niveaus, so daß nun ein Mittel gewonnen ist, die Beziehung der Ausflußgeschwindigkeiten zu den Druckhöhen zu prüfen:

$$\frac{15,1}{22} = \frac{\sqrt{57}}{\sqrt{121}} \text{ (Torricellisches Ausflußgesetz).}$$

In ein kleineres Glasrohr mit kurzer Öffnung wurden nun bis auf dieselbe Höhe verschiedene Flüssigkeiten eingefüllt und die gesamte Ausflußzeit bestimmt: diese und also auch die Ausflußgeschwindigkeit ist unabhängig vom spezifischen Gewicht der Flüssigkeit.

Man ließ hierauf Wasser aus einem Blechbecher ausfließen und hielt die Druckhöhe in demselben durch eine passende Vorrichtung konstant. Wägung der in einer bestimmten Zeit tatsächlich ausgeflossenen Menge und Vergleich mit der aus dem Querschnitt des Bodenloches berechneten ergibt den Ausflußkoeffizienten. Beobachtung der Kontraktion des Strahles. Diese ist besonders schön zu sehen, wenn nahe an die Mündung des Wasserhahnes das Niveau des Aufsauggefäßes gehalten wird. Perlschnurform und Zerlegung in Tropfen werden sehr deutlich, wenn die Spitze eines feinen Grasblattes in den Strahl gehalten wird. Ansetzen von kürzeren und längeren Glasröhren an das Ausflußloch und Bestimmung der in derselben Zeit ausfließenden Menge und daraus der Ausflußgeschwindigkeit.

An einem gleichen Blechbecher wurde schließlich noch eine Ausflußöffnung seitlich anstatt unten ausgestanzt. Bei verschiedenen, aber während des Versuches konstant gehaltenen Druckhöhen wurden die Sprungweiten des Strahles und daraus die Verhältnisse der Ausflußgeschwindigkeiten und ihre Beziehung zu den Druckhöhen bestimmt (Torricellisches Gesetz). Auch hier wurden Ansätze verschiedener Länge angebracht, die nun natürlich horizontal standen. Am längsten wurden senkrechte Manometerrohre angesetzt, um auf bekannte Weise den Druckabfall in der Leitung darzutun.

* * *

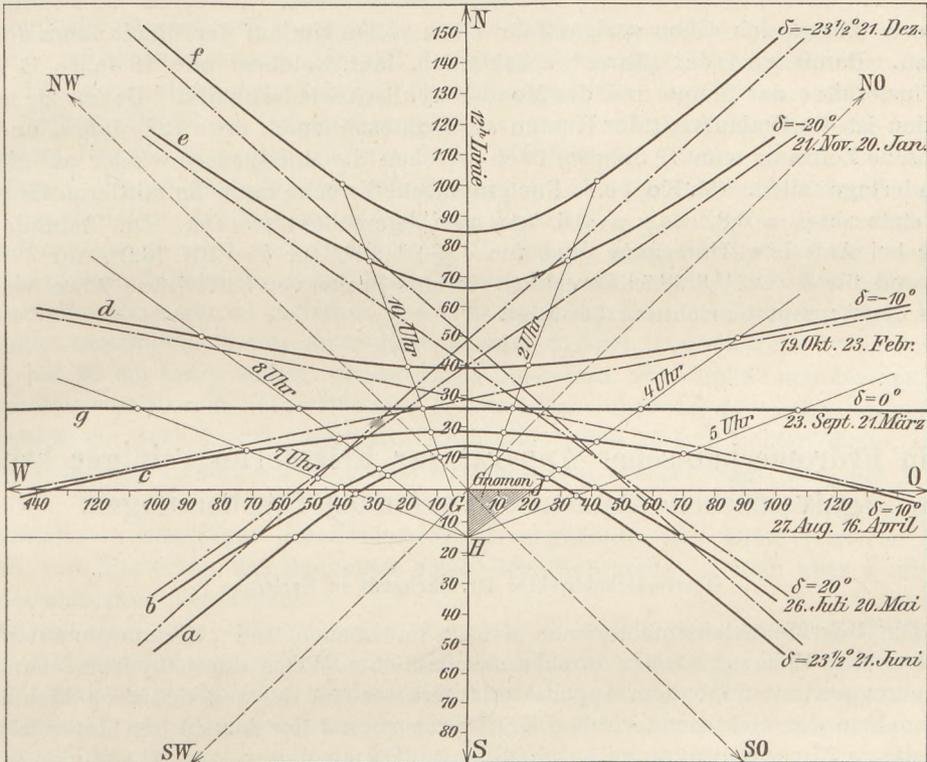
W. LEICK warnt in seiner Schrift „Die praktischen Schülerübungen in der Physik“ 2. Aufl., Leipzig 1910, S. 17 davor, „schon jetzt für die praktischen Schülerübungen feste Formen zu prägen“ Diese Mahnung kann m. E. nicht genug betont werden, denn trotz der trefflichen Arbeiten ihrer Begründer und Förderer steht diese Sache doch immer noch in den Anfängen. Eine Reihe von methodischen Möglichkeiten sind noch gar nicht diskutiert worden. Einige solche Möglichkeiten aufzuzeigen, war der Zweck dieser Zeilen.

Schattenkurven für das mittlere Deutschland.

Von
Grosse in Bremen.

Im Punkte *G* steht ein Gnomon von 0,6 cm Höhe. Durch *G* sind die Hauptazimute *N*, *E*, *S*, *W* sowie *NE*, *SE*, *SW*, *NW* gelegt worden. Auf eine vollständige Windrose ist verzichtet, um die Figur nicht zu überladen. Die Kurven *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, sind die Ortslinien für den Endpunkt des Schattens an den Terminen:

a: 21. Juni, *b*: 26. Juli und 20. Mai, *c*: 27. August und 16. April (in der Figur stehen diese beiden Daten etwas weiter unterhalb der Kurve), *d*: 19. Oktober und



Die Länge des Schattens bzw. das Azimut wird von *G* aus gemessen.

23. Februar, *e*: 21. November und 20. Januar, *f*: 21. Dezember. An diesen Tagen ist die Deklination $\pm 23\frac{1}{2}^\circ$, $\pm 20^\circ$, $\pm 10^\circ$ und Null. Die Mittagshöhe der Sonne also bei-
läufig ($37 \pm 23\frac{1}{2}^\circ$), ($37 \pm 20^\circ$), ($37 \pm 10^\circ$) und 37° . Die Gerade *g* gilt für den 23. Sep-
tember und 21. März. Die Nordsüdlinie ist die Hauptachse und Linie *g* die Neben-
achse für die Hyperbeln *a*—*f*, *b*—*e*, *c*—*d*. Symmetrisch zu der Äquinoktiallinie *g*
belegene Zeiten liefern zusammengehörige Hyperbeläste. Die Trajektorien der
Hyperbeln sind die Zeitlinien 6 Uhr, 7 Uhr, 8 Uhr, 10 Uhr, 12 Uhr, 2 Uhr, 4 Uhr, 5 Uhr,
6 Uhr. Auf ihnen wandert der Endpunkt des Schattens im Laufe des Jahres zu der
angegebenen Stunde, die auf wahre Sonnenzeit bezogen ist.

Länge und Azimut des Schattens können für jede Stunde irgendeines Datums
abgegriffen werden. Da die Strecke von *G* bis zum Endpunkt des Schattens in Zenti-
metern gemessen das 0,8-fache des Kotangens der Sonnenhöhe ist, so kann auch für
jeden Zeitpunkt die Sonnenhöhe bestimmt werden. Die Veranlassung zum Entwerfen
dieser Karte ist aus der Praxis an mich herangetreten, da der Besitzer einer Gärtnerei

vom Observatorium erfahren wollte, inwieweit seinem Grundstück durch einen geplanten Neubau in der Nachbarschaft die Sonne entzogen würde. Die Aufgabe kann in der analytischen Geometrie und in der sphärischen Trigonometrie in Angriff genommen werden. In der Figur sind auch die Asymptoten der Hyperbeln gezeichnet worden. Innerhalb des Polarkreises treten statt der Hyperbeln Ellipsen auf, beim Übergang eine Parabel, falls die Sonne bei ihrer unteren Kulmination den Horizont berührt.

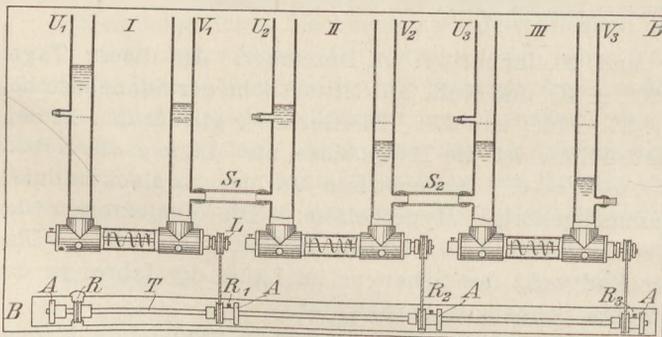
Es würde m. E. sehr zur Klärung der Vorstellungen vom Sonnenlauf bei den Schülern beitragen, wenn ihnen diese Figur erläutert würde, etwa in Unterprima. Im Anschluß daran gehe ich zu dem kleinen Koppeschen Heft über, das bei Springer jährlich zur rechten Zeit erscheint und für 35—40 Pf. zu beziehen ist. Alle Primaner pflegen es sich anzuschaffen. Ich habe aus den alten Jahrgängen dieser Zeitschrift die Koppeschen Tafeln ausgeschnitten und zusammengeheftet. Da bereits 20 Tafeln vorliegen, so konnte ich schon voriges Jahr einen vollen Umlauf der Mondknoten demonstrieren. Damit wird der „Saros“ anschaulich, laut welchem alle 18 Jahre 11 Tage die Finsternisse der Sonne und des Mondes zyklisch wiederkehren. Davon zu unterscheiden ist die Umlaufszeit der Knoten am Fixsternhimmel, etwa $18\frac{2}{3}$ Jahre, und der Metonsche Zeitraum von 19 Jahren, nach welchen die Mondphasen wieder auf gleiche Kalendertage fallen. (M. Koppe.) Für graphische Zwecke kann im mittleren Deutschland stets $\sin \varphi = 0,8$, $\cos \varphi = 0,6$, $\operatorname{tg} \varphi = \frac{4}{3}$ gerechnet werden. Die Azimute der Sonne bei Auf- bzw. Untergang sind für $\delta = 0^\circ$ 90° , für $\delta = 10^\circ$ $73,2^\circ$, für $\delta = 20^\circ$ $55,4^\circ$ und für $\delta = 23\frac{1}{2}^\circ$ $48,5^\circ$ berechnet für eine Breite von 53° . Diese Werte werden durch die Asymptotenrichtung bestätigt.

Ein hydromechanischer Apparat zur Erläuterung einiger beim galvanischen Element auftretenden Erscheinungen.

Von

Oberrealschuldirektor Dr. Ehrhardt in Karlsruhe.

Die Begriffe „elektromotorische Kraft“ im offenen und „Klemmspannung“ im geschlossenen Element können in sehr anschaulicher Weise durch hydromechanische Erscheinungen mit folgendem Apparat erläutert werden, der zugleich auch dazu dient, die Zunahme der elektromotorischen Kraft proportional der Anzahl der hintereinander geschalteten Elemente gut zu veranschaulichen. Da mir dieser Apparat seit vier Jahren



im Unterrichte gute Dienste leistet und seine Konstruktion auch im einzelnen in dieser Zeit sich bewährt hat, gebe ich hier seine Beschreibung.

Die beiden vertikalen, 45 cm langen und innen 3,7 cm weiten Glasröhren U_1 und V_1 von I (s. Figur) sind unten durch ein gleichweites horizontales Glasrohr verbunden, dessen Länge so gewählt ist, daß der seitliche Abstand der Mitten von U_1 und V_1 20 cm beträgt. In das horizontale Glasrohr ist eine „Wasserschraube“ eingesetzt, d. h. eine Schraubenspindel aus Zinkmetall, wie sie bei den gebräuchlichen Fleischhackmaschinen verwendet werden. Diese Spindel ist 8 cm lang und hat

$3\frac{1}{2}$ Umgänge, ihre Dimension quer zur Achse ist so bemessen, daß sie das Glasrohr nicht berührt, daß aber zwischen ihr und dem Glasrohr nur ein kleiner Zwischenraum bleibt. Um für die Achse der Spindel ein geeignetes Lager zu erhalten, wurde die Verbindung zwischen den vertikalen Röhren U_1 , V_1 und dem horizontalen Glasrohr durch eiserne, verzinkte \perp -Rohre hergestellt, wie solche zur Verbindung von Gas- und Wasserleitungsröhren Verwendung finden. Die horizontal nach außen gerichteten Teile dieser \perp -Stücke, in die Glasröhren nicht eingekittet werden, sind durch aufgeschraubte Messingkappen verschlossen. Das in unserer Figur linke Achsenende der Schraubenspindel liegt in einer zylindrischen Vertiefung der linken Kappe, die also nicht vollständig durchbohrt ist. Ein durch Schraube verschließbares Bohrloch in dem auf der Kappe sitzenden Zylinder ermöglicht das Ölen dieses Achsenlagers von außen. Das andere Achsenende durchsetzt die Kappe rechts in einem Bohrloch, das durch eine einfache Stopfbüchse wasserdicht gemacht ist, und ruht weiter rechts in einem Lager L ; zwischen diesem Lager und der Stopfbüchse trägt die Achse einen Schnurlauf. Die zwei eisernen \perp -förmigen Verbindungsstücke der Röhren sind an einer 5 cm breiten und 38 cm langen Eisenplatte angeschraubt, auf die auch das Lager L aufgesetzt ist; die Eisenplatte ist am Brett BB befestigt, in der Skizze ist sie nicht angedeutet. Durch diese Art der Befestigung wird das Undichtwerden der Kittstellen oder das Brechen der Röhren infolge von Schwinden des Brettes verhindert. Aus demselben Grunde wird jede der Röhren U_1 und V_1 in der Nähe des oberen Endes von den zwei Teilen einer am Brett befestigten und seitlich die Röhre zum Teil umfassenden Klammer so gehalten, daß sich die Röhre in ihrer Längsrichtung in der Klammer verschieben kann; auch diese Klammern sind in der Skizze weggeblieben. — U_1 hat 20 cm unter seinem oberen Ende ein kurzes, nach links ragendes Schlauchansatzstück von 10 mm lichter Weite. V_1 hat 10 cm über der Mitte des horizontalen Glasrohres ein nach rechts gerichtetes Ansatzstück von 15 mm lichter Weite, so daß hier nur ein weiter Schlauch aufgesetzt werden kann. Ferner trägt jedes der \perp -Rohre ein nach vorn und schief abwärts gerichtetes 12 mm weites Messingrohr, dessen Ansatzstelle in der Figur durch einen Kreis angedeutet ist. Diese letzteren Rohre dienen zum Entleeren des Apparates nach dem Gebrauche, dienen aber auch recht gut bei einzelnen Versuchen.

Von dem eben beschriebenen Apparate sind auf dem mit Fuß versehenen Brett BB drei Exemplare I , II und III nebeneinander befestigt, nur stehen bei II und III dem unteren Schlauchansatzstücke von V_1 bzw. V_2 gleich weite Ansatzstücke der Röhren U_2 und U_3 gegenüber. Je die benachbarten Röhren dieser drei Rohrpaare sind durch die weiten Schläuche S_1 und S_2 miteinander verbunden; durch Quetschhahn können S_1 und S_2 verschlossen werden. Unterhalb dieser drei gleichen Apparate ist die Transmissionswelle T in vier Lagern A drehbar. Diese Lager sind auf ein schmales, aber starkes Band aus Eisenblech aufgesetzt, das auf dem Brett BB festgeschraubt und nahezu so lang ist wie dieses. T trägt vier Rollen (Schnurläufe), von denen die in der Figur links befindliche R dazu dient, die Welle T mittels eines Elektromotors von wenigstens $\frac{1}{5}$ P. S. in Rotation zu versetzen. Der Motor wird hinter dem Brett BB aufgestellt, durch einen Ausschnitt in diesem legt man den Riemen vom Motor zum Schnurlauf R . Die drei anderen Rollen von T entsprechen in der Lage den auf den Achsen der Schraubenspindeln sitzenden, so daß je eine der letzteren und eine von T übereinander liegen und durch einen Riemen verbunden sind. Jede der drei Rollen R_1 , R_2 und R_3 von T kann durch eine einfache Vorrichtung mit der Welle T fest verbunden oder von ihr gelöst werden, so daß man imstande ist, einen der Apparate I , II , III oder irgend zwei derselben oder alle drei gleichzeitig in Tätigkeit treten zu lassen.

Vor den Versuchen werden die Rohransätze, zwischen denen ein Wasserstrom vom höheren zum niederen Niveau erzeugt werden soll, durch einen Schlauch verbunden,

von dessen Länge, Weite und Zahl der scharfen Biegungen der Widerstand abhängt den das Wasser im Schlauch findet; die übrigen Ansätze werden durch Stopfen verschlossen. Soll aber, was in der Regel der Fall sein wird, im Laufe der Versuche der Wasserstrom auch zwischen anderen Niveauhöhen hervorgerufen werden, so daß der Schlauch mit anderen Schlauchansatzstücken zu verbinden ist, so ist es zweckmäßig, vor dem Füllen des Apparates alle Ansatzröhren, die bei der beabsichtigten Versuchsreihe in Verwendung kommen sollen, mit je einem Schlauchstücke mäßiger Länge zu versehen, das mit Quetschhahn verschlossen und in dessen Ende, wenn der Quetschhahn unvollkommen schließt, ein Pfropf gesteckt wird. Es ist zweckmäßig, auch die Verbindungen S_1 und S_2 durch je zwei kurze Schläuche mit Rohrverbindung herzustellen. Auch die sechs metallenen Ansatzröhren, die auf die **1**-förmigen Verbindungsstücke gesetzt und schief abwärts nach vorn gerichtet sind, werden in dieser Weise mit Stücken eines entsprechend weiten Schlauches versehen und durch Quetschhahn und Pfropf verschlossen. Darauf wird der Apparat, während S_1 und S_2 geöffnet sind, bis nahe an die oberen Schlauchansatzröhren (gestrichelte Linien) mit Wasser angefüllt. Die beiden Schlauchstücke, die auf die Ansatzröhren aufgesteckt sind, deren Verbindung für einen Versuch gewünscht wird, werden, bevor die Quetschhähne abgenommen werden, nach Entfernen der Pfropfen mittels Glas- oder Messingrohrstücken mit dem Schlauche verbunden, in dem der Wasserstrom durch die verschiedenen Niveauhöhen erzeugt werden soll. Durch die angegebene Vorbereitung des Apparates umgeht man das bei gefülltem Apparate recht unangenehme Abnehmen des Leitungsschlauches von einem Schlauchansatzrohr, das dann durch Pfropf zu verschließen ist, und das Aufschieben des betr. Schlauchendes auf ein anderes Ansatzrohr, dessen Verschluß vorher abzunehmen ist. Verfährt man in der beschriebenen Weise, so kann eine Schlauchverbindung zwischen zwei Niveauhöhen bei gefülltem Apparate hergestellt werden, ohne daß eine beträchtliche Wassermenge vergossen wird. Damit auch die kleinen Wassermengen, die bei der Vorbereitung einer Reihe von Versuchen jeweils abfließen, sich nicht auf dem Tische sammeln, steht auf diesem dicht vor dem Brette *BB* eine Blechwanne von 120 cm Länge, 26 cm Breite und 4 cm Höhe; sie fängt bei vorsichtigem Experimentieren alles abfließende Wasser auf.

Ist nur einer der drei Apparate in Tätigkeit, z. B. *I*, so kann ein Wasserstrom vom höheren zum tieferen Niveau hergestellt werden, indem man einen Schlauch vom Rohransatz der Röhre U_1 nach demjenigen von V_1 legt; dabei ist die Verbindung S_1 zwischen V_1 und U_2 unterbrochen und die an U_2 sitzende Hälfte von S_1 durch Quetschhahn und Pfropf geschlossen. Sind zwei Apparate, z. B. *I* und *II*, hintereinander geschaltet, so ist das rechte (tiefer liegende) Ende des Schlauches mit dem Ansatzrohr von V_2 , beziehungsweise, wenn alle drei Apparate hintereinander geschaltet werden, mit dem von V_3 zu verbinden. Diese Schlauchverbindungen wurden bei den Versuchen hergestellt durch zwei, je 230 cm lange, aber verschieden weite Schläuche, nämlich von 7 mm (1. Schlauchverbindung) bzw. 10 mm lichter Weite (2. Schlauchverbindung in der Tabelle). Die in der Tabelle aufgeführte 3. Schlauchverbindung verband zwei Röhren mit verschiedenen Niveauhöhen mit Hilfe der Messingrohransätze, die an den **1**-förmigen Rohrverbindungen sitzen, durch einen Schlauch von 180 cm Länge und 12 mm lichter Weite. War nur *I* in Tätigkeit, so verband also dieser Schlauch die Metallrohrstücke von U_1 und V_1 , waren *I* und *II* hintereinander geschaltet, so verband er die von U_1 und V_2 , und waren *I*, *II* und *III* hintereinander geschaltet, die von U_1 und V_3 . — Fließt das Wasser in dem Schlauche, der zwischen den beiden verschiedenen Niveauhöhen einer *U*-Röhre und einer *V*-Röhre eine Verbindung herstellt, so entspricht der Niveau-Unterschied, der von der Stärke des Wasserstroms abhängt, der Klemmspannung eines geschlossenen Elements oder einer geschlossenen Batterie von 2 bzw. 3 hintereinander geschalteten Elementen. Unterbricht man den Wasserstrom, indem man den Schlauch durch einen Quetschhahn schließt, so entspricht

der jetzt größere Niveau-Unterschied der elektromotorischen Kraft des Elements bzw. der Batterie. Die Skizze veranschaulicht unter Weglassung aller Schlauchverbindungen außer S_1 und S_2 den Niveau-Unterschied von U_1 und V_3 , wenn I , II und III hintereinander geschaltet sind und ein Ausgleich der verschiedenen Wasserhöhen jener Glasröhren durch eine Rohrleitung nicht stattfindet. Andere Schlauchverbindungen als die von S_1 und S_2 sind in diesem Falle nicht erforderlich. — Bei den Versuchen muß man darauf achten, daß in den Schläuchen keine größeren Luftblasen stehen bleiben. Stellt man den Motor, den man zu diesem Zwecke kurze Zeit rotieren ließ, ab, so steigen etwa vorhandene Luftblasen auf und entweichen durch das Wasser der Glasröhren.

In allen Fällen, wo 2 oder 3 Apparate hintereinander geschaltet sind, wird die Ausgleichung der Wasserstände von V_1 und U_2 und derjenigen von V_2 und U_3 erleichtert, indem man außer S_1 und S_2 mit Hilfe der eben erwähnten Metallrohr-Ansätze je eine zweite Verbindung zwischen den genannten Glasröhren durch einen weiten und möglichst kurzen Schlauch herstellt; V_1 und U_2 bzw. V_2 und U_3 zeigen nämlich sonst bei den Versuchen nicht gleiches Niveau, wenn S_1 und S_2 nicht beträchtliche Weite haben.

Nach diesen erläuternden Bemerkungen sind die Angaben der Tabelle ohne weiteres verständlich.

Niveau-Unterschiede in mm:

In Tätigkeit Schraube von:	Niveau-Unterschied zwischen:	Es fließt kein Wasser im Verbindungsschlauch	Wasser fließt in der Schlauchverbindung		
			1.	2.	3.
I	U_1 und V_1	69	65	56	50
I und II hintereinander	U_1 und V_2	137	121	97	73
I , II und III hintereinander	U_1 und V_3	207	163	127	92

Zum Schluß sei noch erwähnt, daß das „Nebeneinanderschalten“ von zweien der Apparate oder aller drei in der Weise geschieht, daß die U -Röhren miteinander verbunden werden und ebenso die V -Röhren unter sich, und daß von den vereinigten U -Röhren nach einer Stelle der verbundenen V -Röhren eine Schlauchverbindung gelegt wird. Der Versuch ergab wie für Apparat I zwischen den U - und den V -Röhren einen Niveau-Unterschied von 69 mm, wenn das Wasser im Verbindungsschlauch stillsteht, und einen solchen von 65 mm für die 1. Schlauchverbindung.

Ein Versuch aus dem Gebiete der magnetischen Kraftlinien.

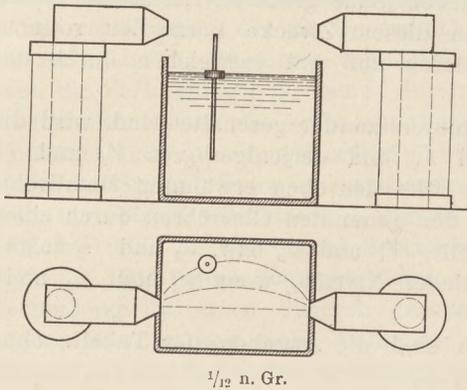
Von

Oberrealschuldirektor Dr. Ehrhardt in Karlsruhe.

Um zu zeigen, daß in einem magnetischen Felde ein frei beweglicher magnetischer Nordpol längs einer Kraftlinie sich bewegt, verwende ich eine offenbar noch wenig bekannte Versuchsanordnung, die ich hier mitteile, nachdem sie sich im Laufe der letzten Jahre als zuverlässig erwiesen hat.

Ein harter Stahldraht von den Dimensionen einer mäßig langen, starken Stricknadel wird kräftig magnetisiert und durch ein Korkscheibchen gesteckt, das in seinen Dimensionen so gewählt wird, daß der Draht, von dem etwa zwei Drittel der Länge sich im Wasser befinden, auf Wasser schwimmt. Der dicke Draht kann auch durch ein Bündel von einigen dünnen Stahldrähten ersetzt werden, die einzeln magnetisiert und mit gleichen Polen zusammengelegt werden. Ein Glasbecken (s. Fig.) zweckmäßiger

Form und Größe — ich benutze ein prismatisches, das innen 22 cm tief, 24 cm lang und 17 cm breit ist — wird zwischen den Schenkeln eines Elektromagnets aufgestellt, so daß die Polschuhe über dem Beckenrand einander gegenüberstehen. Es ergibt sich hieraus, daß für den Versuch solche Elektromagnete zweckmäßig sind, deren Schenkel sich gegeneinander verschieben lassen, z. B. der in dieser Zeitschrift *XII*, 63, welcher in der jetzigen Skizze angedeutet ist, oder der in *VI*, 241 abgebildete.



Das Glasbecken wird bis einige Zentimeter unter dem Rande mit Wasser gefüllt und der magnetische Draht mit dem Kork auf das Wasser gesetzt, so daß der oben befindliche Nordpol etwa in der Höhe der unteren Flächen der Polschuhe liegt. Vor dem Versuche schließt man den Strom des Elektromagnets für kurze Zeit, um diesen zu erregen und sich über die Lage der Feldpole zu orientieren. Der Versuch selbst wird nur mit dem remanenten Magnetismus des Feldmagnets durchgeführt, da die Influenzwirkung der Feldpole auf den beweglichen Stahldraht auch bei schwachem

Strome so stark ist, daß die dauernden Pole des Stahldrahtes gegenüber den Influenzpolen verschwinden, und der Draht aus ziemlich großer Entfernung von dem ihm gerade näheren Feldpole angezogen wird. Ein hufeisenförmiger Stahlmagnet mit weit auseinanderliegenden Schenkeln und geeigneten Polschuhen, der für den Versuch wohl geeigneter wäre, steht mir nicht zur Verfügung.

Bringt man den beweglichen Magneten in vertikaler Stellung auf das Wasser, so daß sein N-Pol in der Nähe des Feldnordpols ist, und überläßt ihn dann der Kraftwirkung des Feldes, ohne ihm mit einem der Finger, die ihn hielten, im Augenblicke des Loslassens einen seitlichen Stoß zu geben, so bewegt sich der Draht bzw. sein N-Pol längs der Kraftlinie, die durch den Punkt geht, in dem sich der N-Pol im Augenblicke des Loslassens befand. Man kann so den beweglichen Pol jede Kraftlinie beschreiben lassen, bei der die Korkscheibe nicht zu nahe an den Rand des Wasserbeckens kommt, und die den beweglichen Pol nicht allzu weit von den Feldpolen entfernt.

Aus der beigegebenen Skizze ist zu ersehen, daß das Wasserbecken nicht symmetrisch zur Verbindungsgeraden der Feldpole steht. Bei der geringen Breite des Gefäßes ist diese Stellung erforderlich, um den beweglichen Pol auch stark gekrümmte Kraftlinien beschreiben lassen zu können; in einem wesentlich breiteren Becken kommt das in Bewegung geratene Wasser weniger schnell in Ruhe, was störend wirkt.

Die Erscheinung ist natürlich von oben am besten zu sehen; durch einen Spiegel, den man unter 45° Neigung über dem Apparate anbringt, läßt sie sich auch von der Seite sehr gut beobachten.

Mikrometerwage für magnetische Messungen.

Von

Dr. A. Wendler in Erlangen.

Die vollständig eisenfreie Wage ist in Fig. 1 schematisch angegeben. Die auf runden Stützen *A A* aufliegende Schneide geht durch die Mitte der Scheibe *B*, welche etwa 1 cm Radius und in den Abständen von je 90° 4 Ansätze aufzunehmen hat: In *I* steckt fest das eigentliche Schraubenmikrometer, bestehend aus der Schrauben-

spindel *C* von 1 mm Ganghöhe und der kleinen Schraubenmutter *E*, an welcher drehbar das kreisförmige Kartonscheibchen *F* von 1 cm Radius befestigt ist, welches die Rolle der Mikrometertrommel vertritt und deshalb am Rand in 100 gleiche Teile geteilt ist. *E* wiegt zusammen mit *F* ungefähr 1 g. Das zugehörige Indexlineal *D*, welches eine Millimeterteilung besitzt, läuft von dem in *III* steckenden Ansatz aus, welcher auch die Empfindlichkeitschraube *G* trägt, mittels welcher der Schwerpunkt des ganzen Systems zur Steigerung der Empfindlichkeit so weit als zulässig nach oben verlegt werden kann. In *II* und *IV* stecken auswechselbar ein Messingstäbchen und ein ungefähr gleichschweres Magnetstäbchen, wenn die Vertikalkomponente *V*, dagegen umgekehrt unten das Magnetstäbchen und seitlich das Messingstäbchen, wenn die Horizontalkomponente *H* des Erdmagnetismus zu bestimmen ist. Die Dimensionen des Gewindes *C* und des Lineals *D* sind so bemessen, daß das Laufgewichtchen *E, F* ungefähr in der Mitte sitzt, wenn Gleichgewicht herrscht. Dieses prüft man durch Autokollimation eines direkt gesehenen Fadens *U* mit seinem Spiegelbild in dem Spiegelchen *S*, das auf dem Rücken der Achse aufliegt, besser noch durch Spiegelung des Fadenkreuzes eines senkrecht nach unten gegen *S* gerichteten Fernrohres.

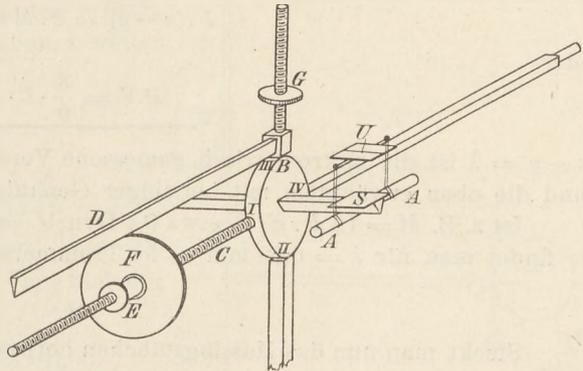


Fig. 1.

Dem Apparat sind beigegeben ein Messingstäbchen, welches mittels eines 1 cm langen Stiels in *II* oder *IV* der Scheibe *B* einzustecken ist, ferner 2 Magnetstäbchen mit nahezu gleichem Gewicht, gleicher Gesamtlänge $l = 12$ cm und nahezu gleichen Polstärken M und M' . Da auch hier die Stielansätze je 1 cm betragen, kann man den Polabstand zu $\frac{5}{6}l = 10$ cm annehmen. Die Einstellung in den magnetischen Meridian kann mit genügender Genauigkeit mittels eines Kompasses geschehen oder durch den Apparat selbst, wie am Schlusse näher ausgeführt werden wird.

I.

Es sei nun das Messingstäbchen in *II*, das eine Magnetstäbchen mit Polstärke M in *IV* eingesteckt mit dem Nordpol nach außen (Fig. 2), dann ist nach Herstellung des Gleichgewichtes

$$D + L \cdot x + MV \cdot \frac{1}{12} l = G \cdot \frac{l}{2} + MV \cdot \frac{11}{12} l$$

oder

$$D + L \cdot x = G \cdot \frac{l}{2} + MV \cdot \frac{5}{6} l. \quad 1)$$

Dabei bedeutet: D das von C und D herrührende Drehmoment; L das ungefähr 1 g betragende Laufgewicht E, F ; M die Polstärke des Magnetstäbchens; V die Vertikalintensität des Erdmagnetismus; $l = 12$ cm die Magnetlänge; x den Abstand des Laufgewichtschwerpunktes vom Drehpunkt¹⁾.

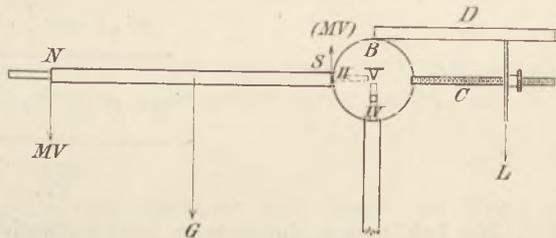


Fig. 2.

¹⁾ Bei diesen Gleichungen ist zunächst der Einfachheit halber angenommen, daß der Abstand des Schwerpunktes des in Fig. 2 gezeichneten Stäbchens vom Drehpunkt beim horizontalen Umstecken

Steckt man nun die Magnetnadel um, so daß der Südpol außen liegt, so ist nach Herstellung des Gleichgewichtes

$$D + L \cdot y = G \frac{l}{2} - MV \cdot \frac{5}{6} l,$$

wobei y der neue Abstand des Laufgewichtsschwerpunktes bedeutet. Durch Subtraktion erhält man somit

$$L \cdot (x - y) = 2 \cdot MV \cdot \frac{5}{6} l$$

oder

$$\underline{MV = \frac{3}{5} \cdot L \cdot \frac{\lambda}{l}}. \quad \text{I)}$$

$x - y = \lambda$ ist die mikrometrisch gemessene Verschiebung des Laufgewichtes; L und l sind die oben erwähnten, mit beliebiger Genauigkeit zu ermittelnden Größen.

Ist z. B. $M = 12$ P. E.; V etwa 0,4 Dyn; $L = 1$ g = 981 Dyn; $l = 12$ cm = 120 mm, so findet man für $\lambda = 0,98$ mm = 98 Trommelteile, also eine gut meßbare Größe.

II.

Steckt man nun das Messingstäbchen horizontal ein, wobei es das Drehmoment D' ausübe, das obige Magnetstäbchen aber unten mit dem Nordpol nach außen, so ist

$$D + L \cdot v + MH \frac{11}{12} l = D' + MH \cdot \frac{1}{12} l$$

oder

$$D + L \cdot v = D' - MH \cdot \frac{5}{6} l. \quad \text{1)}$$

Nach Umstecken des Magnetstabes, wobei der Südpol nach außen kommt, erhält man

$$D + L \cdot u = D' + MH \cdot \frac{5}{6} l. \quad \text{2)}$$

Somit

$$L \cdot (u - v) = MH \cdot \frac{3}{5} l$$

oder

$$\underline{M \cdot H = \frac{3}{5} \cdot L \cdot \frac{\lambda'}{l}}, \quad \text{II)}$$

wobei jetzt $u - v = \lambda'$ die mikrometrisch gemessene Verschiebung des Laufgewichtes ist.

III.

Wiederholt man die Messungen I und II mit dem 2. Magnetstäbchen von der Polstärke M' , so erhält man noch

$$\underline{M' \cdot V = \frac{3}{5} \cdot L \cdot \frac{\lambda_1}{l}} \quad \text{I')}$$

und

$$\underline{M' \cdot H = \frac{3}{5} \cdot L \cdot \frac{\lambda_1'}{l}}. \quad \text{II')}$$

IV.

Die Inklination findet man jetzt entweder aus $\underline{\text{tang } i = \frac{MV}{MH} = \frac{\lambda}{\lambda'}}$ oder aus $\frac{M'V}{M'H} = \frac{\lambda_1}{\lambda_1'}$.

Andererseits kann man $\underline{\frac{M}{M'} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{\lambda'}{\lambda_1'}}$ ableiten.

unverändert bleibt. Ist dies nicht der Fall, was vor der Magnetisierung zu prüfen wäre, so kann man durch eine konstante mit dem Laufgewicht L in leicht ersichtlicher Weise zu ermittelnde Korrektion $\pm \Delta\lambda$ diesen Symmetriefehler eliminieren.

Für den praktischen Gebrauch ist es einfacher und billiger, die Einstellung in den Meridian mittels eines Kompasses zu besorgen, auf dessen Nadel ein am Grundbrett des Apparates ausgespannter Diopterfaden eingestellt werden kann, nach welchem dann auch die aus Mikrometer und Stäbchen bestehenden Wagearme mit genügender Genauigkeit zu richten sind*).

Neue Versuche mit dem elektrodynamischen Pendel¹⁾.

Von

Bruno Kolbe in St. Petersburg.

Der in dieser Zeitschrift (1910, Heft 4, S. 202—207) beschriebene Apparat hat sich in der Folge als sehr geeignet zum Nachweise der Induktionsströme erwiesen. Zunächst möchte ich auf eine Vervollständigung und kleine Verbesserungen hinweisen, durch welche die Handhabung des Apparates nicht unwesentlich erleichtert wird.

1. Zwischen dem Kontaktknopf (K) und dem Ständer ist eine Doppel-Preßklemme (P_4 , Fig. 1) angebracht, wodurch (zu den w. u. angegebenen Versuchen) auch der drehbare Ring (R_1) verwendbar wird. Auch kann man — durch Benutzung der Klemme P_2 und P_4 — den Druckkontakt für manche andere Versuche nutzbar machen.

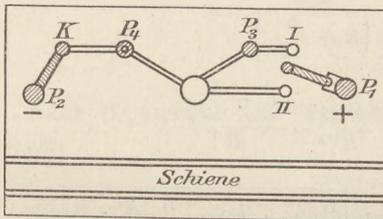


Fig. 1.

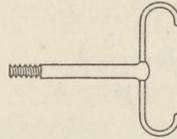


Fig. 2.

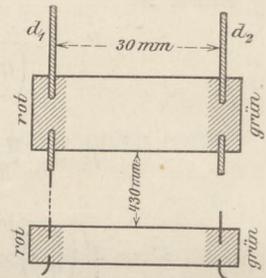


Fig. 3.

2. Statt der beiden am Ständer angebrachten Haken verwende ich jetzt einen Doppelhaken, dessen Stiel 25 mm lang ist. Hierdurch werden die aufgehängten Ringe (R_1 oder R_2) so weit nach hinten gerückt, daß sie nicht mehr stören.

3. Die brüchigen Glimmerstreifen wurden durch Streifen aus Fiber ersetzt. (Fig. 3.) Die unteren Streifen ($36 \times 7 \times 0,34$ mm) befinden sich dicht über den Ringen, die oberen ($38 \times 15 \times 0,6$ mm) sind mit weichen, verzinneten Kupferdrähten von 0,8 mm Dicke versehen und dienen zur bequemen Einstellung der Drähte (d_1 und d_2) in die Doppelklemmen des Apparats. Der Abstand der Drähte beträgt 30 mm (statt 35 mm), und die Aufhängedrähte (d_3 , d_4) bestehen aus weichem ausgeglühten Kupferdraht von 0,28 mm Stärke.

4. Zu den Drahringen eignet sich weicher, einfach umspinnener Kupferdraht (sogenannter Dynamodraht) von 0,4 mm Dicke (130 Windungen, ca. 3Ω). Der innere Durchmesser kann bei R_1 und R_2 60 mm (statt 55) betragen, um die Ringe besser sichtbar zu machen. Durch eine weitere Vergrößerung des Ringdurchmessers wird das Gewicht zu sehr vergrößert und die Empfindlichkeit des Apparates herabgesetzt. — Der äußere Durchmesser des festen Ringes (d. Zeitschr. XXIII, 4. H., Fig. 7, S. 205) kann dann 50 mm betragen.

*) Der in Fig. 1 skizzierte Apparat ist eine aus anderwärts ausgeführten Versuchen provisorisch abgeleitete Form, deren endgültige Empfehlung ich noch von weiteren Versuchen bezüglich des Temperatureinflusses abhängig machen möchte.

¹⁾ Eine vereinfachte, leichter herzustellende Konstruktion des elektrodynamischen Pendels („Typ B“) ist in der russischen Physikalischen Rundschau (1910, Nr. 5) beschrieben. Sie wirkt ebensogut, ist aber weniger handlich.

I. Nachweis der magneto-elektrischen Induktion.

Zu diesen Versuchen ist zwar jedes genügend empfindliche Galvanoskop geeignet (1 Skalengrad etwa = 0,0002 Amp.), doch ist ein aperiodisches durchaus vorzuziehen, da die Wirkung viel schärfer hervortritt.

a) Magnet und Ring. Die Klemmen P_1 und P_3 (Fig. 1) werden mit dem Galvanoskop verbunden, wenn der Ring R_2 benutzt wird; bei Verwendung des drehbaren Ringes R_1 dagegen P_4 und P_3 . Der kleine Magnet ($10 \times 10 \times 100$ mm) wird vor den betreffenden Ring so aufgestellt, daß die Ringebene 2–3 cm von der Polfläche absteht. (Der andere Ring wird am Doppelhaken aufgehängt und die Kurbel auf II gestellt.)

Bewegt man den Magnet hin und her, oder läßt man den Ring pendeln, so ist am Galvanoskop ein deutlicher Ausschlag bemerkbar. Bei meinem Galvanometer²⁾ beträgt er ca. 2 Skalengrad; bei Verwendung des 30 cm langen Magnetstabes 5 bis 6 Skalengrad.

Schiebt man den kleinen Magnet auf dem Ständer etwas vor, daß der Ring kleine Schwingungen um die Indifferenzzone als Nullpunkt macht, so ist der Ausschlag fast = 0.

b) Elektromagnet und Ring. Als Kern des Elektromagnets³⁾ genügt ein ca. 6 mm dicker Latt Nagel aus weichem weißen (verzinnnten) Eisen, auch von quadratischem Querschnitt, den man im Ofen ausglüht und 12–14 cm vom Kopf durchsägt. Der Grat am Kopf wird glattgefeilt und am andern Ende ein durchlochtetes Stück Weißblech aufgelötet. Dicht am Kern wird die Blechplatte durchbohrt und an dem vorstehenden Ende des Blechs eine kleine Lochklemme festgelötet (Fig. 4). Umspannter Kupferdraht von 0,4 oder 0,5 mm Stärke wird zuerst von innen durch das Loch in der Platte geführt und dann in zwei durch Papier getrennten Lagen dicht aufgewickelt und nahe bei der Blechplatte mit Seide festgebunden. Das erste Ende wird dicht am Fuße der Klemme festgelötet. Das zweite (obere) Drahtende wird mit einer recht biegsamen Leitungsschnur verlötet, die mit der Preßklemme P_2 (Fig. 1) verbunden wird. Die Batterie (6–8 Volt) wird mit der Klemme des Elektromagnets und mit P_4 verbunden, während P_1 und P_3 (für R_2) mit dem Galvanoskop verbunden sind.

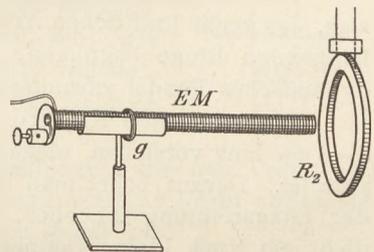


Fig. 4.

1. Der Elektromagnet wird so auf den Ständer gelegt, daß das freie Ende mehr vorragt. Durch einen schmalen, von einem Gummischlauch abgeschnittenen Ring (g , Fig. 4) wird er festgehalten. Man schiebt den Elektromagnet so weit an den ruhig hängenden Ring R_2 heran, daß der Abstand zwischen Ring und Polfläche 2–3 cm beträgt. Beim Schließen und beim Öffnen des Batteriestromes (6–8 Volt) zeigt das Galvanoskop einen sehr deutlichen Ausschlag.

2. Nun schiebt man den Elektromagnet so weit vor, daß seine Mitte sich in der Ringebene befindet, und wiederholt den Versuch. Der Ausschlag ist jetzt $2\frac{1}{2}$ - bis 3 mal größer. (Faradays „hervorquellende“ und „zurückschnellende“ Kraftlinien.)

²⁾ Die Firma Ferdinand Ernecke (Berlin-Tempelhof) hat — auf besondere Bestellung von Herrn V. Erlemann und mir — ihr recht aperiodisches Projektions-Galvanometer so eingerichtet, daß man (ohne eine Drahtverbindung ändern zu müssen) die Empfindlichkeit derart regulieren kann, daß 1 Skalengrad = 0,1 oder = 1 Volt bzw. = 0,001; 0,1 und 1 Amp. (Maxim. Empf. $1^\circ = 0,00018$ Amp.). Preis 170 Mark.

³⁾ Trotz vieler Bemühungen gelang es mir nicht, gute Stäbe aus reinem, weichem Eisen aufzutreiben.

II. Nachweis der Elektro-Induktion.

Der feste Draht ring (d. Zeitschr. 1911, Heft 4, Fig. 7, S. 205) wird in paralleler Stellung an den Ring R_2 herangeschoben. Die eine Klemme des Ständers wird mit P_2 , die andere mit der Batterie verbunden, deren zweiter Pohl draht an P_4 befestigt wird.

c) Induktion bei Bewegung des Leiters. Der Kontaktknopf wird dauernd niedergedrückt⁴⁾ und der feste Ring hin und her geschoben, oder man läßt den hängenden Ring pendeln. Letzteres ist nur bei einem aperiodischen Galvanometer zu empfehlen, dann aber sehr anschaulich. Sonst kann man R_2 mit der Hand ruckweise bewegen.

d) Induktion durch Änderung der Intensität des magnetischen Feldes. Zwei Batterien (z. B. jede von 6 hintereinander geschalteten Léclanché-Elementen) werden so parallel geschaltet, daß der eine Verbindungsdraht fest, der andere (aus weichem verzinnnten Kupferdraht) nur mit der einen Batterie verbunden ist, aber durch einen Druck auf das freie Ende die Verbindung mit der andern Batterie hergestellt werden kann. Die erste Batterie ist dauernd mit P_2 und mit der Klemme des festen Ringes verbunden.

Zuerst schiebt man den festen Ring dicht an R_2 heran und drückt (dauernd) auf den Kontaktknopf. Nachdem der Zeiger wieder auf 0 zurückgegangen ist, stellt man den Kontakt mit der zweiten Batterie her. Es erfolgt ein Induktionsstrom, der seine Richtung wechselt, wenn die zweite Batterie ausgeschaltet wird.

(Dieser Versuch kann auch mit dem Elektromagnet angestellt werden.)

Das in dieser Zeitschrift beschriebene elektro-dynamische Doppel-Pendel stellt sich, der recht knifflichen Arbeit wegen, nicht billig. Will man sich aber mit einem hängenden Ringe begnügen, so kann man in wenigen Stunden ad hoc ein elektro-dynamisches Pendel zusammenstellen.

Die verzinnnten Kupferdrähte des oberen Fiberstreifens (Fig. 3, d_1 d_2) lasse man 6—8 cm lang vorstehen, biege sie gegeneinander (ca. 20 mm Abstand) und dann wieder parallel. Darauf bohrt man in einen Weinkorken, in entsprechender Entfernung, in der Längsrichtung 2 Löcher, schiebt die Drähte durch und befestigt an den Enden dicht am Kork kleine Doppel-Lochklemmen zur Verbindung mit der Batterie, bzw. mit dem Galvanometer. Der Kork wird in den Halter eines genügend hohen Stativs geklemmt und kann nach Bedarf gedreht werden.

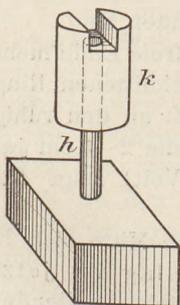


Fig. 5.

Als Ständer für den Magnet oder den Elektromagnet verwendet man einen Korken (K , Fig. 5), der einen entsprechenden Ausschnitt hat und mit einer axialen Durchbohrung auf einem runden Holzstäbchen sitzt, welcher mit einem Holzklötzchen (h) von $25 \times 30 \times 70$ mm verleimt ist. Es ist ratsam, den Korkbohrer etwas enger zu wählen, als der Stab ist, damit der Kork genügende Reibung hat, um nach Bedarf etwas in der Höhe verstellbar zu werden.

Falls man die sehr bequemen Magnete ($10 \times 10 \times 100$ mm) bestellt, mache man zur Bedingung, daß der Magnet an jeder Polfläche mindestens ein Stück Eisen von gleichem Gewicht (76 g) tragen kann, und daß der remanente Magnetismus genügend hoch sei. (Probe: Der Magnet darf bei mehrmaligem Abreißen des Ankers nicht merklich an Stärke einbüßen.)

Daß man — bei Verwendung einer Batterie — einen Kontaktknopf einschalten muß, ist selbstverständlich.

⁴⁾ Es ist nicht ratsam, den Batteriestrom direkt mit dem festen Ringe (oder mit dem Elektromagnet), d. h. mit Ausschluß des Kontaktes, zu verbinden, da er leicht unnütz verbraucht wird.

Der Selbstinduktionsversuch von Lodge in einer neuen Anordnung.

Von

Bruno Thieme in Berlin.

Prinzip: Wechselströme hoher Frequenz, wie sie bei den Entladungen von Leidener Flaschen auftreten, erzeugen in einer Drahtspule von einigen Windungen eine so hohe elektromotorische Gegenkraft, daß der (scheinbare) Widerstand der Spule groß genug wird, um den Strom den Weg über eine kleine, parallel zur Spule geschaltete Luftfunkenstrecke vorziehen zu lassen.

Lodge demonstrierte diesen Vorgang durch eine Versuchsanordnung, die in Fig. 1 dargestellt ist.

Die Pole einer Influenzmaschine sind mit den inneren Belegungen der Leidener Flaschen L_1 und L_2 verbunden. Die äußeren Belegungen, die gegen die Erde isoliert sind, werden durch eine Spule aus mehreren Windungen miteinander verbunden. Parallel zu der Spule ist eine kleine Funkenstrecke u geschaltet.

Entladen sich die Leidener Flaschen L_1 und L_2 durch die Luftfunkenstrecke v , so treten in der Spule momentan Wechselströme auf, für welche die Impedanz der Spule derartig wird, daß der Ausgleich der Ladungen seinen Weg über u nimmt und dort in Form eines Funkens in Erscheinung tritt.

Um nun bei u Funken von genügender Größe zu erhalten, müssen die Leidener Flaschen L_1 und L_2 ziemlich groß sein, was bei v seltenen Funkenübergang zur Folge hat und starke Influenzmaschinen bedingt. Auch erfordert der Aufbau und die Isolation von L_1 und L_2 beträchtlichen Aufwand von Zeit. Deshalb möchte ich eine Modifikation der Lodgeschen Anordnung vorschlagen, die den Vorteil der Übersichtlichkeit hat und schon mit einer kleinen Influenzmaschine leicht und sicher ausführbar ist. Die Leidener Flaschen L_1 und L_2 fallen dabei fort.

Die beim Schließen eines Stromkreises erzeugte elektromotorische Gegenkraft ist

$$E = L \frac{di}{dt},$$

wobei L der Selbstinduktionskoeffizient des Stromkreises ist. Um also eine möglichst große elektromotorische Gegenkraft zu erzeugen, die imstande ist, eine Luftfunkenstrecke u dem Strome überwindbar zu machen, müssen wir $\frac{di}{dt}$ möglichst groß machen.

Dieses kann nun einfach durch Einschaltung einer Luftfunkenstrecke r (siehe Fig. 2) in den Stromkreis geschehen.

Anordnung: Die Schaltung und Wirkungsweise der neuen Anordnung ist nach dem Vorangegangenen ohne weiteres klar.

An neueren Influenzmaschinen befinden sich jetzt meist Unterbrecher, zwischen den Leidener Flaschen und den Polen der Maschine angebracht, die man bequem als Funkenstrecke r benutzen kann.

Für die Vorführungen im Auditorium braucht man sich dann nur ein kleines Brettchen zu verfertigen, auf dem man isoliert (durch Siegelack) eine Funkenstrecke von ca. 1 mm und eine über einem Glasrohr auseinanderziehbare Spule von 8 bis 10 Windungen anbringt.

Nach der neuen Anordnung kann man dem Schüler leicht verständlich machen, daß jeder Funke bei r einen kurzen Stromstoß darstellt, der sofort in der Spule eine

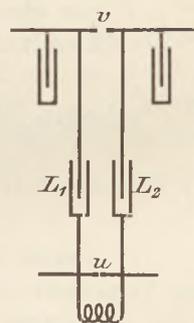


Fig. 1.

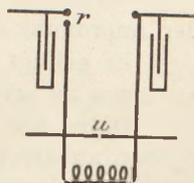


Fig. 2.

Gegenwirkung erzeugt, die den scheinbaren Widerstand der Spule größer als den Widerstand der Luftfunkenstrecke u werden läßt.

Bei der Anordnung nach Lodge ist der Zusammenhang der beiden Funken kein direkter, wodurch die Verständlichkeit des Versuches erschwert wird.

Versuch und Diskussion der Ergebnisse:

n sei die Zahl der Windungen der Selbstinduktionsspule,

d der mittlere Abstand zweier benachbarter Windungen.

Der Spulendurchmesser betrug immer 20 mm, die Dicke des Spulendrahtes 0,82 mm.

u sei die zur Spule parallel geschaltete Mikrometerfunkenstrecke (Durchmesser der Kugeln 9,2 mm).

Die Ablesungen wurden gemacht, wenn die Funken gerade noch übergingen, d. h. u seinen maximalen Wert erreicht hatte.

α sei die Zahl der während einer Messungsreihe bei u beobachteten Funken.

r war eine in den Stromkreis eingeschaltete Funkenstrecke (Durchmesser der Kugeln 14,6 mm).

β sei die Zahl der während einer Messungsreihe bei r auftretenden Funken.

Nachfolgend sind alle Längengrößen der Tabellen in Millimeter ausgedrückt.

a) Versuch mit einer Whimshurstmaschine von 20 cm Scheibendurchmesser und 9 cm maximaler Schlagweite.

(1) Zuerst wurde die Abhängigkeit der Länge der Funken bei u von der Größe der Funkenstrecke r ermittelt.

Es ergaben sich, wenn $n = 8$ und $d = 2,8$ mm war, die Werte:

r	u	r	u
1	0,263	8	1,711
2	0,609	10	1,955
3	0,985	12	2,090
4	1,255	14	2,130
5	1,320	16	2,135
6	1,368	18	—

Die Kurve stellt einen Parabelbogen dar. u wächst dann nicht mehr, wenn r seinem maximalen Werte sehr nahe kommt.

Wenn $r = 18$ mm war, wurde die Ausstrahlung von Elektrizität an den Spitzen der Anordnung so stark, daß bei r keine Funken mehr übergingen.

Es gelingt mit dieser schwachen Influenzmaschine also, bei u Funken von mehr als 2 mm zu erreichen.

Dabei läßt sich die Ausstrahlung durch kürzere Drähte und Vermeidung von Spitzen an den Drahtenden sicherlich noch verringern, so daß die Funken auch dem größten Auditorium sichtbar gemacht werden können.

Bei der Anordnung von Lodge ist u der Größe der Leidener Flaschen umgekehrt proportional, während in der neuen Anordnung u nach einem Parabelbogen im Verhältnis zu r wächst, und r_{\max} nur von der Stärke der Maschine abhängig ist.

Die nachstehenden Tabellen sind so gewonnen worden, daß — um etwaige zeitliche Änderungen der Ionisationsverhältnisse zu beseitigen — innerhalb 20 Sek. pro Sekunde bei r ein Funke übersprang.

(2)

$$n = 8 \quad d = 2,8 \text{ mm} \quad r = 10 \text{ mm}$$

Sek.	α	β	u
20	12	20	1,860
20	11	20	1,873
20	12	20	1,950

(3) Es wurde nun ein prismatischer Stab ($q = 2 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$) aus weichem Eisen in die Spule eingeschoben.

$$n = 8 \quad d = 2,8 \text{ mm} \quad r = 10 \text{ mm}$$

Sek.	α	β	u
20	9	20	1,957
20	12	20	1,870
20	11	20	1,950

Ein Einfluß des Eisens auf die Erhöhung der Selbstinduktion zeigte sich in dieser Versuchsanordnung demnach nicht.

Da auch unter anderen Spulen- und Eisenverhältnissen keine sichtbare Wirkung eintrat, so sollen die Werte dieser Untersuchungen nicht weiter mitgeteilt werden.

(4) Die Spule wurde jetzt weiter auseinandergezogen [vgl. (2)].

$$n = 8 \quad d = 16 \text{ mm} \quad r = 10 \text{ mm}$$

Sek.	α	β	u
20	15	20	0,885
20	16	20	0,884
20	12	20	0,890

Das Auseinanderziehen der Windungen hat also den Erfolg, daß der Selbstinduktionskoeffizient kleiner wird.

Durch Auseinanderziehen bzw. Zusammenschieben der Windungen (über einem Glasrohr) mit Hilfe von zwei Glasstäben kann das Aussetzen bzw. Wiedereinsetzen der Funken bei u deutlich beobachtet werden.

(5) Es wurde nun eine Spule von zwei Windungen untersucht.

$$n = 2 \quad d = 5 \text{ mm} \quad r = 10 \text{ mm}$$

Sek.	α	β	u
20	15	20	0,478
20	5	20	0,637
20	5	20	0,433

(6) d wurde jetzt von 5 mm auf 42 mm gebracht.

Sek.	α	β	u
20	8	20	0,476
20	10	20	0,443
20	12	20	0,465

Ein Unterschied von u bei engen (5) und weiten (6) Abständen der Windungen ist demnach nicht mehr erkennbar.

Daher wird es sich empfehlen, falls man diesen Unterschied demonstrieren will, eine Spule von 8—10 Windungen zu nehmen.

(7) Um die Leistungsfähigkeit der Anordnung festzustellen, wurde nun $n = \frac{1}{2}$ gemacht, d. h. der Funkenstrecke u wurde eine U-förmige Schleife parallel geschaltet.

$n = \frac{1}{2} \quad d = 0 \text{ mm} \quad r = 10 \text{ mm}$			
Sek.	α	β	u
20	6	20	0,289
20	3	20	0,408
20	4	20	0,291

(8) Zum Vergleich folgen jetzt die Ergebnisse, wenn die Schleife in die Lodgesche Anordnung (Fig. 1) geschaltet ist.

Als Leidener Flaschen L_1 und L_2 wurden solche von der Größe der Flaschen der Influenzmaschine genommen.

$n = \frac{1}{2} \quad d = 0 \text{ mm} \quad v = 10 \text{ mm}$			
Sek.	α	Zahl der Funken bei v	u
20	19	20	0,329
20	20	20	0,240
20	20	20	0,283

Die Werte stimmen mit denen der neuen Anordnung überein, so daß die neue Methode hinter der alten Anordnung nicht zurücksteht.

α erreichte bei den Versuchen, wie es schon aus den wenigen mitgeteilten Werten erkennbar ist, selten den Sollbetrag 20. Dieses läßt sich vielleicht damit erklären, daß kurz vor dem Überspringen eines Funkens bei r eine Glimmentladung einsetzte, wodurch der Strom dann bereits einen relativ hohen Wert erreichte, ehe die eigentliche Entladung durch den Funken erfolgte.

Damit trifft auch zusammen, daß je kleiner n und damit der scheinbare Widerstand der Spule ist, auch α im Mittel einen kleineren Wert hat, da bei dem kleineren Widerstand die Glimmentladung leichter einsetzt.

b) Versuch mit einem Funkeninduktor von 14 mm maximaler Schlagweite.

Auch mit einem kleinen Funkeninduktor läßt sich die Selbstinduktion einfach nachweisen.

Der für diese Zwecke benutzte Induktor lieferte bei 5 mm Funkenlänge noch sicher intermittierenden Gleichstrom.

(1) Verband man den einen Pol des Induktoriums direkt mit der Funkenstrecke u und machte man den anderen Pol zu der einen Kugel der Funkenstrecke r so fielen die bei den vorangehenden Versuchen auftretenden Entladungen von Leidener Flaschen fort, und der Funkenübergang bei r stellte gleichgerichtete Stromstöße dar. War $n = 8$, $d = 2,8 \text{ mm}$, $r = 8 \text{ mm}$, so konnte $u = 0,231 \text{ mm}$ groß gemacht werden.

Sammlungen, die nur ein kleines Induktorium besitzen, können den Versuch nach der neuen Anordnung also mit Leichtigkeit ausführen.

(2) War $n = 8$, $d = 2,8 \text{ mm}$, $r = \infty$, sprangen bei r also keine Funken mehr über, so wurden jetzt bei $u = 0,098 \text{ mm}$ noch kleine schwache Fünkchen beobachtet, die wahrscheinlich bei der wechselnden Aufladung der mit dem einen Pol verbundenen Teile der Anordnung entstanden. Der Funkenstrecke u entsprach ein Potential von nur ca. 500 Volt, ein Zeichen für die Empfindlichkeit der Anordnung.

Zusammenfassung: Es wird eine neue Anordnung des Selbstinduktionsversuches von Lodge beschrieben, die es ermöglicht, mit einer kleinen Influenzmaschine in einer parallel zur Selbstinduktionsspule geschalteten Funkenstrecke beträchtlich lange Funken zu erhalten. —

Herrn THEILE sage ich an dieser Stelle noch meinen besten Dank für seine liebenswürdige Unterstützung bei den Messungen.

Kleine Universalbogenlampe mit festem Lichtpunkt für optische Versuche.

Von

Prof. Dr. J. Classen in Hamburg.

Die Lampe, die durch die Fig. 1 und 2 in verschiedenen Stellungen dargestellt ist, soll bei größtmöglicher Einfachheit der Konstruktion möglichst vielseitige Verwendung finden, und überall dort, wo bei optischen Versuchen und Projektionen wenig ausgedehnter Vorgänge der große Lampenkasten der gebräuchlichen Projektionslampen störend empfunden wird, vorteilhaft Verwendung finden. Bis zu gewissen Graden genügt Grimsehl's Liliputlampe schon diesem Bedürfnis, doch scheinen mir

durch den Verzicht auf die automatische Regulierung bei dieser neuen Lampe so viele besondere Vorteile für die Anwendung gewonnen zu werden, daß dieser Lampe neben der Liliputlampe ein großes Verwendungsgebiet offen steht.

Die Kohlen sind hier auf je zwei Rollen gelagert, deren Achsen in R bzw. R' in Fig. 1 liegen, und werden gegen diese durch Federdruck mittels der Rollen r r' angedrückt. Die Rollen R und R' sind durch Zahnräder, deren Zahnzahlen im Verhältnis von 1:2 stehen, miteinander gekuppelt. Die Achse von R trägt außerdem einen Handgriff; dreht man an diesem, so werden die Kohlen durch Reibung auf ihren Lagern vor- bzw. zurückgeschoben, können in Kontakt gebracht werden, den Lichtbogen entzünden und durch Zurückdrehen

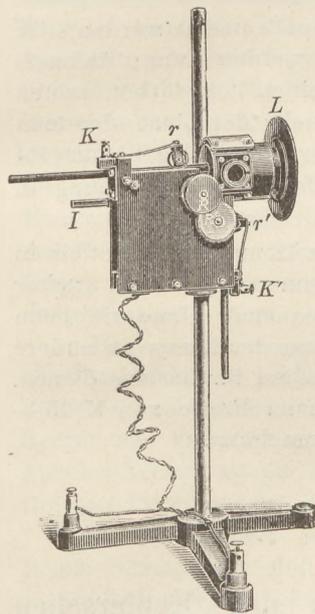


Fig. 1.

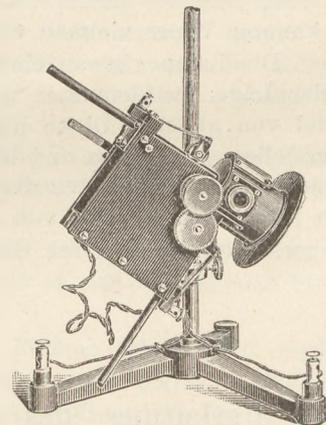


Fig. 2.

wieder zum Erlöschen bringen. Die obere horizontale Kohle wird an den positiven Pol angeschlossen, ihr Krater ist daher der Hauptausgangspunkt der Lichtemission, der sein Licht unbehindert in der Richtung der Kohlenachse aussendet. Beim Verstellen der Kohlen kommt der Lichtpunkt niemals aus dieser Achse heraus, was für optische Versuche von großem Vorteil ist, da beim Nachstellen der Kohlen niemals eine Nachjustierung der optischen Apparate nötig wird.

Die Stromzuführung geschieht durch die Klemmen K und K' unmittelbar zu den Kohlen. Da sonstige stromführende Teile nicht vorhanden sind, kann durch falschen Stromanschluß und ungeschickte Handhabung nicht leicht Schaden entstehen. Die

Lampe brennt am besten bei 4—5 Amp. und man beschafft sich daher zweckmäßig einen Vorschaltwiderstand, der bei der vorhandenen Stromquelle diese Stromstärke erzeugt. Bei geringerer Stromstärke wird ein Nachregulieren der brennenden Lampe mit der Hand leicht schon etwas unbequem häufig erforderlich, wenigstens bei 110 Volt, während bei 4—5 Amp., die Lampe bis zu 8 Minuten brennt, ohne daß ein Abreißen des Bogens erfolgt, was wohl für alle Fälle eine sehr bequeme Handhabung der Lampe gewährleistet. Für kurze Zeit kann aber auch die Lampe zur Erzielung besonders großer Helligkeit mit 10 Amp. belastet werden.

Besonders einfach ist das Auswechseln der Kohlen, da dieselben einfach aus ihren Lagern hinten herausgezogen und durch neue ersetzt werden können. Eine vorherige Stromunterbrechung ist dabei gar nicht nötig, wie überhaupt die Benutzung des Regulierhandgriffs an der Lampe gleichzeitig zum Ein- und Ausschalten dient. Das Auswechseln der Kohlen und eventuelle Ersetzen derselben durch Flammenbogenkohlen oder sonstige imprägnierte Kohlen, um die Linienspektren zu zeigen, kann ohne jeden Zeitverlust geschehen und ohne erst hell machen zu müssen, da das Licht der herausgenommenen noch glühenden Kohle ausreicht, um die neue Kohle einführen zu können.

Die Lampe hat bei L eine plankonvexe Kondensorlinse. Die Fassung dieser Linse wird durch die Vierkantstange J an der Seite der Lampe geführt. Dadurch bleibt vorn an der Einführung der Linse in die Lampe breiter Raum für Ventilation und es ist ein Klemmen der heiß gewordenen Teile unmöglich gemacht. An der Führungsstange, die dauernd kalt bleibt, kann die Linse jederzeit leicht beliebig verstellt werden. Die Linse kann leicht durch einen kurzen Spalt ersetzt werden, der bis dicht vor die glühenden Kohlenspitzen herangebracht werden kann; dadurch erhält man die günstigsten Bedingungen zum Entwerfen eines lichtstarken reinen Spektrums. Setzt man einen langen, horizontalen Spalt an Stelle der Linse, den man weiter vom Lichtbogen abstellt, so tritt aus der Lampe ein breiter flacher Lichtstrahl aus, der für die Demonstration des Strahlenganges bei Reflexion und Brechung in bekannter Weise vielfach verwendet werden kann.

Die Lampe ist an einem einfachen Stativ mittels eines 13 mm dicken Stiels in jeder Lage festklemmbar angebracht, wie die Fig. 2 erkennen läßt. Ein zweiter Stiel von gleicher Dicke unten an der Lampe dient als bequemer Handgriff beim Verstellen der Lampe und kann auch vorteilhaft zum Einsetzen der Lampe in andere Stative, z. B. die Stative der optischen Bank des Volkmannschen Baukastens dienen.

Die Lampe wird von der Firma A. Krüß, Hamburg, zum Preise von M 75,— hergestellt und ist durch Gebrauchsmusterschutz gesetzlich geschützt.

Zur Herleitung des Gravitationsgesetzes aus den Keplerschen Gesetzen und umgekehrt nur auf Grund des Energieprinzips.

Von

Prof. Dr. H. Teege in Wilhelmshaven.

Auf die Angriffe, die Herr Dr. KIRCHBERGER in Heft 1 des laufenden Jahrganges dieser Zeitschrift gegen meine Ausführungen in der obigen Abhandlung (*XXIII*, 207) gerichtet hat, seien mir an dieser Stelle folgende Erwiderungen gestattet.

1. In meiner Abhandlung ist versucht worden, auf Grund 1. des Energieprinzips, 2. des Ausdruckes $\frac{m \cdot v^2}{2}$ für die kinetische Energie, 3. des Ausschlusses nicht mechanischer Energien die Abhängigkeit des dritten Keplerschen Gesetzes von

den beiden ersten darzutun. Hier muß ich nun zunächst den folgenden Satz von Herrn Dr. KIRCHBERGER beanstanden: „In der Tat, nehmen wir an, daß der Mars plötzlich an jedem Punkte seiner Bahn die doppelte Geschwindigkeit annähme, seinen Umlauf um die Sonne demzufolge in der Hälfte der Zeit ausführte, so ist nicht abzusehen, welche unserer drei allgemeinen Voraussetzungen oder welches der beiden ersten Keplerschen Gesetze durch eine derartige Annahme verletzt würde.“ Es ist aber doch der Fall, eine derartige Annahme verstößt gegen das Energieprinzip. Denn damit etwas so Unerwartetes eintrete, muß entweder Energie urplötzlich aus nichts entstehen oder von außen zugeführt werden. Im ersten Fall liegt der Widerspruch auf der Hand, im zweiten wird gegen den Grundsatz verstoßen, daß das Energieprinzip immer nur auf isolierte Systeme angewendet werden darf, so daß fremde Energie ausgeschlossen bleiben oder besonders in Rechnung gesetzt werden muß.

Aber im Grunde meint auch Herr Dr. KIRCHBERGER dies gar nicht; er will nur durch eine solche Annahme das eigentliche Punctum saliens erläutern, auf das ich unter 2. zurückkomme.

Zuvor muß ich mich aber gegen die Unterstellung einer Ansicht wenden, die wirklich nicht die meine ist. Schon die Abstraktion, daß die Kräfte losgelöst von den Körpern, auf die sie wirken, existieren sollen, halte ich nicht für unbedenklich; denn die gewöhnliche Mechanik kennt nur Paare von Kräften, die von einem Körper zum andern und umgekehrt in gleicher Stärke wirken, und sie bricht hoffnungslos zusammen, wo dies nicht der Fall ist, wie z. B. beim Lichtdruck, der durch von Körpern losgelöste schwingende Energie ausgeübt wird. Ist das aber meine Ansicht, wie sollte ich dazu kommen, mir die Distanzenergie als ein Wesen vorzustellen, das überall im leeren Raume herumspuke? Tatsächlich ist in meiner Abhandlung auch immer nur die Rede von Distanzenergie im Punkte A oder B , womit in Übereinstimmung mit dem abkürzenden Sprachgebrauch natürlich nur gemeint ist, daß die Distanzenergie in A , B usw. so oder so groß wird, wenn sich in A , B usw. die Masseneinheit konzentriert befindet. Für mich existiert Distanzenergie immer nur zwischen zwei gegenüberstehenden Körpern, und sie entfällt, wenn der eine Körper fehlt; auch ist die mir unterstellte Ansicht aus keiner Stelle meiner Abhandlung herauszulesen.

Dagegen ist mein Satz von dem „nach allen Richtungen hin gleich beschaffenen Gravitationsfelde“ schief ausgedrückt; gemeint ist natürlich nicht eine an allen Stellen gleiche Stärke des Gravitationsfeldes, sondern die schon aus Gründen der Symmetrie folgende Eigenschaft des Feldes, sich nach allen Richtungen hin in gleicher Weise mit der Entfernung zu ändern. Mehr wird an der betreffenden Stelle für den Fortgang des Beweises auch nicht gebraucht.

2. Nach diesen mehr persönlichen Bemerkungen komme ich zu dem eigentlichen Streitpunkt, und ich bitte meinen Gegner, nicht so sehr einzelne vielleicht mangelhaft ausgedrückte Sätze zum Gegenstand seiner Angriffe zu machen, sondern diese in erster Linie gegen den Haupt- und Kernpunkt zu richten, über den — das ist zuzugeben — ein Streit sehr wohl möglich ist, der sich aber auch sehr anregend gestalten kann.

Herr Dr. KIRCHBERGER behauptet, daß statt der Abhängigkeit des dritten Keplerschen Gesetzes von den beiden ersten noch ein besonderer Grundsatz aufzustellen wäre, etwa der folgende: „Nach Annahme der beiden ersten Keplerschen Gesetze ist das dritte Keplersche Gesetz identisch mit dem Axiom, daß die Anziehungskraft der Sonne eine reine Funktion des Ortes und unabhängig von dem Planeten sein soll, auf den sie wirkt.“

Das scheint mir nun bei einer vorsichtigen und vor allen Dingen auch genügend allgemeinen Fassung der Sätze nicht nötig zu sein. Ich will dies für beide

Auffassungen, die energetische und die der gewöhnlichen Kräftermechanik, hier kurz erläutern.

Ich formuliere das erste Keplersche Gesetz folgendermaßen: Wird ein Körper in das Gravitationsfeld der Sonne (den Anziehungsbereich der Sonne) geworfen, so ist seine Bahn — in Übereinstimmung mit der auf der Erdoberfläche über die Gravitation gemachten Erfahrung — nur abhängig von der gerade vorhandenen Größe und Richtung seiner Geschwindigkeit und nicht auch von seiner Masse, und diese Bahn ist, wenn sie geschlossen ist, eine Ellipse, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht.

Ich weiß es, der Satz enthält eine Verallgemeinerung, da er als richtig nicht nur für die wirklich vorhandenen Körper angenommen wird, sondern z. B. auch für hypothetische, die so geworfen werden, daß sie durch bestimmte Punkte gehen. Im Grunde bezweifelt das auch niemand, da ohne eine solche Voraussetzung der Satz in vielen Fällen unnütz werden würde, weil er nichts mehr voraussagen gestattet. Ist aber weiter, wie der Satz ausdrücklich besagt, die Bahn unabhängig von der Masse des Planeten, so kann ich auch überall statt der wahren Massen der Planeten ebensogut die Masse 1 setzen, und man gelangt dann auf dem in meiner Abhandlung beschrittenen Wege zu dem Resultat, daß das dritte Keplersche Gesetz nur eine Folge der beiden ersten ist.

Herr Dr. KIRCHBERGER wird zwar einwenden, daß ich so gravitierende und träge Masse identifiziere. Das ist aber auch meine Absicht; denn ich will eben die empirisch gewonnene Einsicht von ihrer Gleichheit wegen der gewaltigen Tragweite der damit gemachten Aussage ein für allemal formuliert in die Grundaufstellungen der Mechanik aufgenommen wissen, gerade weil es sich hier um eine allgemeine Erfahrungstatsache und nicht um ein logisches Ergebnis handelt. Auch scheint es mir dem Kontinuitätsprinzip zu widersprechen, wenn bei der Anwendung der Mechanik auf das Weltall ohne Not von den auf der Erde gemachten Erfahrungen abgegangen wird.

Ich befinde mich hier durchaus in Übereinstimmung mit E. MACH, dessen hohe Autorität auf mechanischem Gebiete auch mein Gegner gelten lassen wird. In seinem allbekanntesten Werke: Die Mechanik in ihrer Entwicklung, 4. Aufl., S. 258, stellt MACH eine Reihe von Sätzen für die Grundlegung einer rationellen Mechanik auf. Auf Grund dieser Sätze darf, wenigstens wie ich die Sache verstehe, von einem Unterschiede der gravitierenden und der trägen Masse nicht mehr gesprochen werden.

Es liege z. B. die Masse M auf einer horizontalen Unterlage, auf der sie sich reibungslos bewegen kann, und es sei von ihr ein Faden horizontal, dann über eine Rolle vertikal zu einer frei hängenden Masse m geführt. Denken wir uns den Verband gelöst, so bleibt M liegen, und m bewegt sich mit der Beschleunigung g nach dem Erdmittelpunkt zu. Sind aber M und m miteinander verbunden, so nehmen beide die Beschleunigung γ an; gegen den freien Zustand hat also M eine Geschwindigkeitsänderung erfahren, deren Beschleunigung γ ist, und m eine Geschwindigkeitsänderung, deren Beschleunigung $g - \gamma$ ist, und es muß nach der Definition der bewegenden Kraft $M \cdot \gamma = m(g - \gamma)$ sein. Wir haben es hier durchaus mit den trägen Massen zu tun.

Denken wir uns nun M größer und größer werden, so wird γ kleiner und kleiner; der rechts stehende Ausdruck $m(g - \gamma)$ behält aber unverändert seine Bedeutung bei und geht für $M = \infty$ in $m \cdot g$ über, da γ Null wird. Ersetzt man M immer in dem Augenblick, da es von der Ruhe zur Bewegung übergehen will, durch eine größere Masse, so hängt zum Schlusse, wenn $M = \infty$ geworden ist, die Masse m ruhig am Faden und zieht mit der aus der Trägheitsmasse m abgeleiteten Kraft $m \cdot g$ an M . Ein derartiger Zug ist aber unter den obwaltenden Umständen von der statischen, durch die gravitierende Masse m ausgeübten Kraft praktisch nicht zu unterscheiden, muß also mit ihr identifiziert werden.

Meine Ansicht ist also kurz die: Die Tatsache von der Gleichheit gravitierender und träger Masse gehört in die Grundaufstellungen der Mechanik; dann ist aber auch das dritte Keplersche Gesetz nur eine Folge der beiden ersten.

Ich hoffe, so die Absicht, die mich u. a. auch bei der Abfassung meiner Abhandlung geleitet hat, etwas eingehender und verständlicher dargelegt zu haben, und möchte zum Schluß nur noch betonen, daß es mir fernliegt, der energetischen Darstellung einen ganz besonderen Vorzug vor der gewöhnlichen Kräftemechanik zuzusprechen. Wo ein solcher Vorzug, wie in manchen Fällen unleugbar, vorhanden ist, rührt dies daher, daß man sich bei der energetischen Behandlung, mathematisch gesprochen, eine Integration erspart. An sich betrachtet, sind aber beide Darstellungsarten gleich berechtigt und können als gleich ursprünglich angesehen werden. Aber es ist durch die historische Entwicklung bedingt, daß man noch vielfach glaubt, es sei die energetische Auffassung von minderer Evidenz und nur ein Notbehelf, den man in einzelnen Fällen nicht entbehren könne, so daß es mir immer noch ein verdienstliches Werk zu sein scheint, wenn gelegentlich an einem besonderen Beispiele gezeigt wird, wie auch die etwas stiefmütterlich behandelte Auffassungsart ganz ebenso einfach und natürlich zum Ziele führt wie die gewöhnlich bevorzugte.

Kleine Mitteilungen.

Versuche für Schülerübungen.

3. Die schiefe Ebene.

Von Gg. Heinrich in Neustadt a. d. Haardt.

Die Schülerübungen „in gleicher Front“ kosten Geld; das ist wohl auch der Grund, daß sogar für Schülerübungen „Universalapparate“ auftauchen. Einen solchen Universalapparat will ich nun nicht beschreiben. Ich habe aber in dieser Zeitschrift (XXI, 240; 1908 u. XXII, 278; 1909) Schülerübungsversuche über das Kräfteparallelogramm, über Hebel und Rollen angegeben, die sich mit recht einfachen und billigen Mitteln anstellen lassen; mit denselben Hilfsmitteln lassen sich auch Versuche über die schiefe Ebene machen. Diese Versuche sind in meinen Übungen schon seit mehreren Jahren recht zufriedenstellend ausgefallen und deshalb ist es vielleicht nützlich, die Versuchsanordnung hier zu beschreiben.

Ein Meterstab M wird zwischen 2 Schraubzwingen, die am Tische angeschraubt sind, eingeklemmt (s. die Aufrißzeichnung, Fig. 1). Der Meterstab liegt außerdem auf dem Stiel einer Klemme

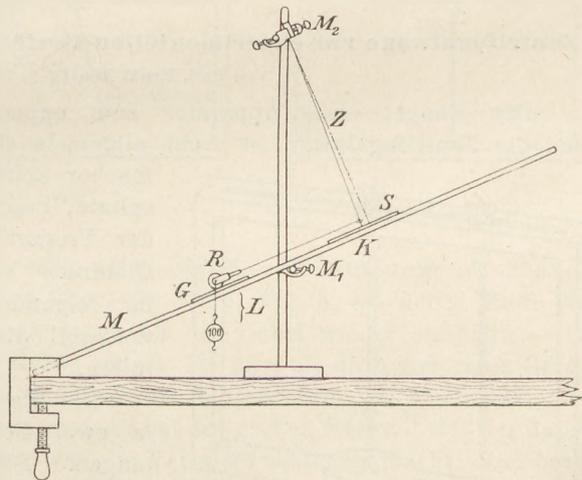


Fig. 1.

auf, die umgekehrt in ihre Muffe M_1 eingesetzt ist. Diese Muffe M_1 sitzt an der unteren Hälfte des Bunsenständers. Eine zweite Muffe M_2 sitzt oben am Bunsenständer, und diese Muffe trägt den Stabkraftzeiger Z , wie es in dieser Zeitschrift (XXI, 241; 1908) geschildert ist. Die Spitze des Kraftzeigers spielt über dem Spiegelglasstreifen S , auf den eine mm-Teilung geklebt ist. Hier kann der Biegungspfeil

abgelesen werden, der sofort die zum Halten der Last L nötige Kraft K ergibt, wenn der Kraftzeiger eingestellt ist, etwa auf $1\text{ mm} = 5\text{ g}$. Vom Kraftzeiger Z führt ein Faden zum „Wagen“ R . Dieser besteht aus einer der schon früher verwendeten Rollen. Das Gewicht des Wagens kann dadurch geändert werden, daß an einen auf der Achse der Rolle sitzenden Bügel Gewichte angehängt werden (s. Fig. 2).



Fig. 2.

Gewicht der Rolle samt Bügel aus Messingdraht beträgt gerade 50 g . Zur Verminderung der Reibung gleitet der Wagen auf einem Glasstreifen G .

Dieser Glasstreifen, sowie der Spiegelmaßstab S sind mit etwas wasserfreiem Lanolin — ich habe auf die vielseitige Verwendbarkeit dieses Stoffes schon an anderer Stelle hingewiesen — aufgeklebt.

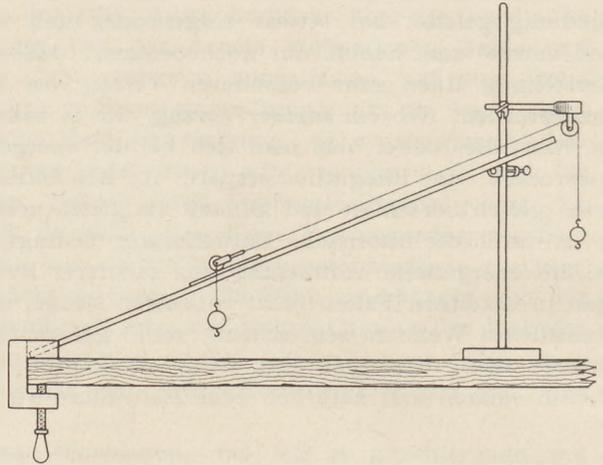


Fig. 3

Über die Ausführung der Versuche brauche ich wohl nichts weiter zu bemerken. Die Länge unserer schiefen Ebene ist immer 1 m ; zur Abmessung der Höhe dient der in dieser Zeitschrift (*XXII*, 280; 1909) erwähnte Eisenstab mit dm -Teilung. Neu erforderlich für die Übung sind also nur der Drahtbügel, die Glasstreifen G und S , deren Kosten ganz gering sind.

Wie sich die Versuche auch ohne Kraftzeiger bei Benutzung einer zweiten Rolle ausführen lassen, geht aus der Fig. 3 wohl ohne weiteres hervor.

Zentrifugalwaage zur experimentellen Bestätigung des Gesetzes $P = \frac{m v^2}{\rho}$.

Von Prof. **Emil Kollig** in Neutitschein.

Der Mangel eines Apparates zum experimentellen Nachweise der Gesetze über die Zentrifugalkraft ist wohl allgemein fühlbar. Der einzige von Schleiermacher konstruierte Apparat gibt genauere Resultate, beschränkt sich aber auf den Nachweis der Proportionalität zwischen Kraft und dem Quadrate der Geschwindigkeit. Die im folgenden beschriebene Konstruktion soll diese Lücke womöglich ausfüllen.

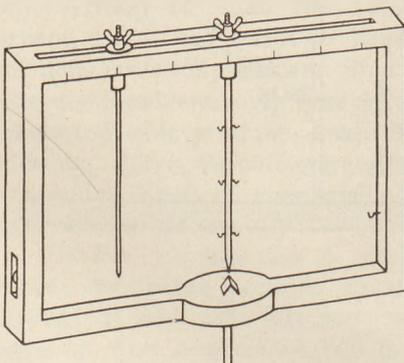


Fig. 1.

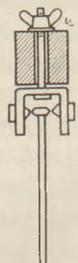


Fig. 2.

Die Zentrifugalwaage könnte wohl in zwei Formen zur Ausführung gelangen. Die einfachere von mir benutzte besteht aus einem Rahmen, Fig. 1, der oben einen Führungsschlitz besitzt. In der Mitte hängt ein einarmiger Hebel genau in der Rotationsachse über einer Marke. Links und rechts hängt ein pendelnder sehr leichter Holzstab, Fig. 2, zum Tragen der Massen, der im Schlitze verschiebbar ist. — Rechts am Rahmen ist ein Haken zum Anhängen einer Feder, links in derselben Höhe eine

leichtbewegliche Rolle. Der Rahmen kann mit seinem Zapfen auf jede Zentrifugalmaschine aufgesetzt werden.

Nachgewiesen wird das Gesetz in der Form $P = 4\pi \frac{m \cdot r}{T^2}$.

1. Versuch: Konstant bleiben m und T . Man läßt zwei gleiche Massen in derselben Höhe und gleicher Entfernung auf den Hebel wirken, Fig. 3. Der Hebel bleibt im Gleichgewicht. Eine kleine seitliche Verschiebung ändert dasselbe. — Wählt man für die eine Masse die doppelte Entfernung vom Hebel, so hat man sie auf den halben Hebelarm wirken zu lassen. Die Kraft ist jetzt doppelt so groß u. s. w.

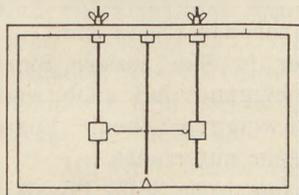


Fig. 3.

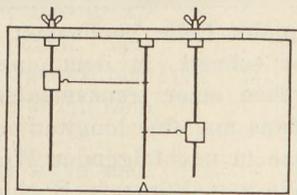


Fig. 4.

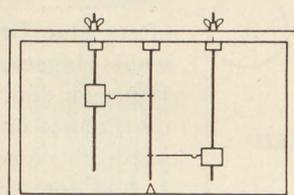


Fig. 5.

2. Versuch: Konstant bleiben r und T . Den Ausgangsversuch zeigt Fig. 3. Verdoppelt man die eine Masse, so hat man sie wieder auf den halben Hebelarm wirken zu lassen, Fig. 5. Verdreifacht man sie, auf den dritten Teil des Armes, u. s. w.

3. Versuch: Konstant bleiben m und r . Zu diesem Versuche entfernt man ein Holzpendel und bringt an dem Haken eine weiche Feder an, Fig. 6. Hierauf dreht man so lange beschleunigt, bis der Hebel einspielt; darauf konstant. Jetzt beobachtet man mit Hilfe einer Sekundenuhr die Zeit für n Umdrehungen und bestimmt daraus t_1 . — Läßt man die Masse auf den halben Hebelarm wirken, Fig. 7, so muß man wieder beschleunigen, bis der Hebel einspielt. Aus n Umdrehungen und der dazu gehörigen Zeit bestimmt man T_2 . — Die Kraft ist jetzt die doppelte — $T_1^2 : T_2^2 = 2 : 1$ u. s. w.

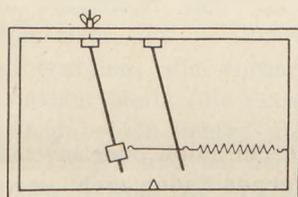


Fig. 6.

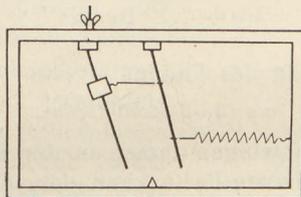


Fig. 7.

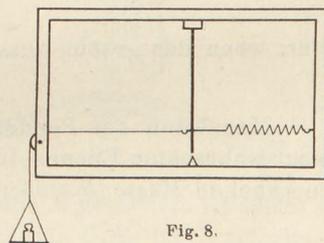


Fig. 8.

4. Versuch: Den Ausgangsversuch zeigt Fig. 6. Hierauf entfernt man das zweite Pendel und führt eine Schnur über die Rolle, Fig. 8, an deren Ende man eine Waagschale hängt, belastet diese so lange bis der Hebel wieder einspielt. — Gewicht und Waagschale bestimmen die Größe von P . Da man die dazu gehörigen Größen m , r und T kennt, kann man daraus den Proportionalitätsfaktor 4π bestimmen.

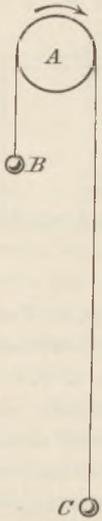
Die oben beschriebene Form des Apparates hat den großen Nachteil, daß der Zapfen in der Maschine selten senkrecht sitzt, was die Versuche ungenau macht. Viel besser wäre es, diesen Rahmen ähnlich wie beim Schleiermacherschen Apparate in einen zweiten zu setzen und mit einem eigenen Antriebe zu versehen. Der Rahmen muß dabei recht breit sein, um r entsprechend groß wählen zu können. Die Massen dürfen nicht zu klein sein, damit sie den Fehler eliminieren, der durch die Schwingkraft der Stäbchen entsteht. Endlich kann der rotierende Rahmen noch eine Glocke tragen, die durch Anstoßen an eine Feder des äußeren Rahmens die Zahl der Umdrehungen leicht beobachten läßt.

Die Drehung der Rolle bei Schwingungen von Fäden.

Von **H. J. Oosting**, den Helder.

Im Januarheft 1911 dieser Zeitschrift (S. 36) werden einige merkwürdige Erscheinungen erwähnt, welche von J. S. STOKES beobachtet worden sind bei dem MELDESCHEN Versuch. Dies veranlaßt mich zu der nachfolgenden Notiz.

In meiner Doktordissertation von 1889 über „*Onderhonden Trillingen van gespannen Draden*“ (Unterhaltene Schwingungen gespannter Fäden, Referat in den Beibl. z. d. Ann. d. Phys. XVIII, S. 709, 1894) habe ich in einer Fußnote auf Seite 66 erwähnt: „Bei den behandelten Experimenten mit Seidefäden habe ich öfters eine Drehung der Rolle beobachtet, worüber der Faden läuft und wohl langsam oder schnell, in dem einen oder in dem andern Sinne, während dem Bestehen einer transversalen Schwingung und auch wenn die Punkte des Fadens nur eine longitudinale Schwingung haben.“ Später habe ich diese Sache in nachfolgender Weise näher untersucht.



Über eine Rolle A (s. Figur) (z. B. eine WEINHOLDSche Rolle, Physikal. Demonstrationen, 4. Auflage, S. 82, Fig. 69 A), ist ein Faden von etwa 50 cm Länge gelegt, der an beiden Enden je eine Bleimasse B und C von 100 g trägt. Setzt man die eine Masse C in Schwingung mit großer Amplitude, so sieht man, daß die Rolle bei jeder Schwingung eine kleine Drehung erhält in die Richtung des Pfeiles. Dies erklärt sich daraus, daß die Spannung des Fadens sich während der Schwingung ändert und am größten ist in dem Augenblicke, wo das Pendel durch die vertikale Lage geht. Die Spannung ist dann die Summe des Gewichtes der angehängten Masse und der Kraft, welche nötig ist für die normale Beschleunigung dieser Masse. Ist die Masse des Körpers m Gramm, die Beschleunigung

der Schwere g cm/sec², die Pendellänge l cm, die Geschwindigkeit des Körpers in der Mittellage v cm/sec, so ist die Spannung des Fadens

$$mg + \frac{mv^2}{l} \text{ Dynen}$$

oder, wenn der größte Ausschlag des Fadens α^0 ist,

$$mg (3 - 2 \cos \alpha) \text{ Dynen.}$$

Man kann das Pendel schwingen lassen in der Ebene der Rolle oder in einer dazu senkrechten Ebene. Im letzten Falle kann der schwingende Faden nicht gegen die ruhende Masse B stoßen.

Ein neuer Apparat zum Nachweis der Spannkraft verschiedener Dämpfe.

Von **R. D. Ponomareff** in Charkow.

Fünf Glasröhren a, b, c, d, e , sind unten miteinander verbunden; jedes von ihnen hat am oberen Ende einen Hahn und einen Trichter. Ein kurzes Ansatzrohr f ist mittels eines Gummischlauches mit einem Glasgefäß, das Quecksilber enthält, verbunden. Das letztere wird an einer runden eisernen Stange gh entlang verschoben und mit einer Schraube auf beliebiger Höhe befestigt. Zu der Figur sieht man das Gefäß nicht; es ist hinter einer Skala versteckt, die zwischen den Röhren b und d angebracht ist.

Der ganze Apparat ist auf einen festen Dreifuß gesetzt. Stellschrauben und ein Lot (hinter der Skala) erlauben die Skala genau senkrecht zu stellen. Zu beiden Seiten des Rohres c trägt die Skala eine Zentimetereinteilung; die mm werden mit den Nonien x und y abgelesen. Die Zeiger r und s sind an beiden Nonien so befestigt, daß ihre Oberränder mit der Nullstellung der Nonien zusammentreffen.

Man öffnet die Hähne *a, b, c, d, e*, hebt das Gefäß mit Quecksilber hoch und füllt so alle fünf Röhren mit Quecksilber; dann schließt man alle Hähne, ausgenommen den Hahn *a* und senkt das Gefäß mit Quecksilber; dann entstehen vier Torricellische Vakua, wobei der Unterschied im Stande des Quecksilbers zwischen den Röhren *a* und *b, c, d, e* den Barometerstand für den Zeitpunkt der Beobachtung anzeigt. Man gießt darauf in die Trichter *b, c, d* Äther, Alkohol und Wasser, öffnet die Hähne und läßt die Flüssigkeiten in die Röhren hineinfließen; ein Teil davon verwandelt sich in Dampf, ein Teil bleibt in den Trichtern und der Rest bleibt über den Quecksilbersäulen. Man berechnet die Spannkraft des erhaltenen gesättigten Dampfes nach Vergleichung des Niveaus der Quecksilbersäulen *l, p, n* in den Röhren *d, c, b* mit dem Niveau im Rohre *e*.

Mit Hilfe dieses Apparates kann man folgende Nachweise führen:

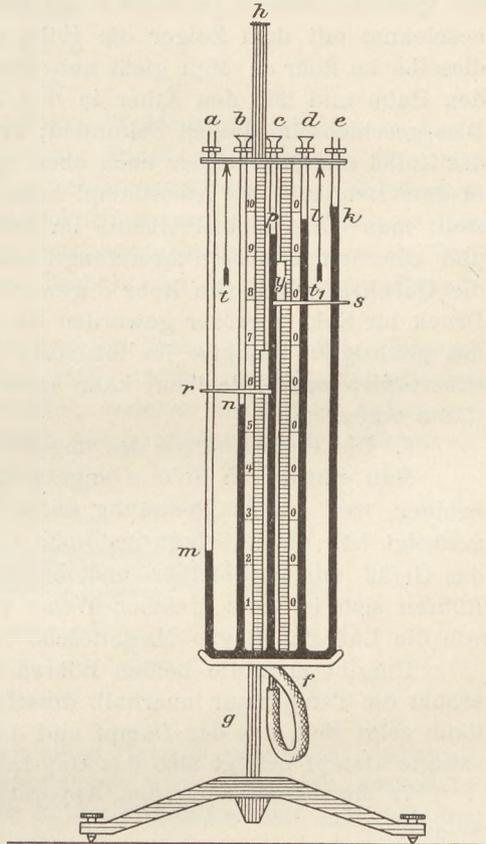
1. Bei einer bestimmten Temperatur¹⁾ hängt die Spannkraft des gesättigten Dampfes von dem Stoffe ab: also bei 20° C sinkt die Quecksilbersäule im Rohr *d* im Vergleich mit der Säule im Rohr *e* um etwa 1,7 cm, in *c* um 4,4 cm, in *b* um 43,4 cm.

2. Die Spannkraft ist für die bestimmte Temperatur konstant, d. h. sie hängt nicht vom Raum ab; mit anderen Worten: gesättigter Dampf befolgt nicht das Boyle-Mariottesche Gesetz. Wenn das Gefäß mit Quecksilber herabgeschoben wird, so vergrößert sich der Dampfraum und man sieht, daß die Differenz für die Quecksilbersäulen, die vorher beobachtet war, konstant bleibt (die Flüssigkeit vermindert sich dabei ein wenig). Bei der Röhrenlänge von 110 cm und bei dem Luftdruck 70 bis 80 cm gelingt es, die Leere in der Ausdehnung von 1–30 cm zu bekommen; also die angegebene Eigenschaft ist leicht zu beweisen, wenigstens die Vergrößerung des Volumens auf das Drei- bis Vierfache.

3. Die Spannkraft gesättigten Dampfes wächst mit der Temperatur, aber befolgt nicht das Gay-Lussacsche Gesetz. Man erhält im Rohr *d* den gesättigten Wasserdampf und bringt ins Rohr *e* ein gleiches Volumen der Luft, indem man den Hahn *e* vorsichtig öffnet; man umgibt dann die beiden Röhren mit einem rechtwinkligen Behälter, dessen Vorder- und Hinterseiten aus Glas und die anderen aus Zink bestehen. In diesen Behälter läßt man die Dämpfe siedenden Wassers hinein. Man bemerkt, daß die Spannung des gesättigten Dampfes mit der Temperatur wächst, aber anders als die Luftspannung im Rohr *e*.

4. Die Spannkraft eines gesättigten Dampfes ist beim Siedepunkt gleich dem äußeren Drucke.

Die Anwendung des Apparates ist wie in Nr. 3, nur ist der Hahn *e* geöffnet. Bei dem Siedepunkt des Wassers sinkt das Quecksilber im Rohr *d* bis zu der Höhe der Quecksilbersäule im Rohr *e*. Das Thermometer, das zwischen die Röhren *d* und *e*



¹⁾ Die Temperatur wird mit zwei Thermometern *t* und *t*₁ bestimmt.

gehängt ist, zeigt die Temperatur, die innerhalb des rechtwinkligen Behälters vorhanden ist.

5. Die Spannung eines gesättigten Dampfes im gaserfüllten Raume ist ebenso groß wie im leeren Raume, wenn die Temperatur unverändert bleibt (DALTONSches Gesetz). Man trocknet das Rohr *b* aus, öffnet den Hahn und läßt das Gefäß mit Quecksilber nieder; dann tritt ins Rohr ein Volumen Luft (von 8–10 cm Länge) ein. Nachdem man den Hahn geschlossen hat, senkt man das Gefäß mit Quecksilber, bis die Quecksilbersäule im Rohr *a* bei geschlossenem Hahn nahe an Null reicht. Man bezeichnet mit dem Zeiger die Höhe der Quecksilbersäule im Rohr *b* und notiert dieselbe im Rohr *a*. Man gießt nun den Äther in den Trichter *b* ein, öffnet vorsichtig den Hahn und läßt den Äther in den luftleeren Raum, bis der Raum gesättigt ist. Dies geschieht in einigen Sekunden; man braucht nur den Hahn *b* zu schließen und das Gefäß mit Quecksilber nach oben und nach unten zu verschieben, um den Raum, in dem sich Luft und Ätherdampf befinden, zu vergrößern und zu verkleinern. Dann stellt man die Quecksilbersäule im Rohr *b* auf die früher bezeichnete Höhe (Luft und Ätherdampf müssen ihr anfängliches Volumen einnehmen) und liest ab, wie hoch die Quecksilbersäule im Rohr *a* geworden ist. Auf diese Weise findet man, daß der Druck im Rohr *b* größer geworden ist. Dieser Druck muß numerisch der Spannung des gesättigten Dampfes im luftleeren Raum gleich sein. Um die Höhe der Quecksilbersäulen zu vergleichen, kann man im Rohr *c* gesättigten Dampf im luftleeren Raum erzeugen.

6. Die Eigenschaften des ungesättigten Dampfes.

Man erzeugt im Rohr *d* ungesättigten Dampf. (Es ist vorteilhaft, den Äther zu nehmen, weil aus der Spannung seines Dampfes leicht zu erkennen ist, ob der Raum gesättigt ist.) Man bringt ins Rohr *e* ein gleichgroßes Luftvolumen. Man bewegt das Gefäß mit Quecksilber und beobachtet, daß die Quecksilbersäulen in beiden Röhren sich in ganz gleicher Weise verändern; dieser Dampf befolgt also ebenso wie die Luft das Boyle-Mariottesche Gesetz.

Umgibt man die beiden Röhren wieder mit dem rechtwinkligen Behälter und erhöht die Temperatur innerhalb desselben durch den Dampf von siedendem Wasser, dann zeigt sich, daß der Dampf und die Luft sich ganz gleich ausdehnen; der ungesättigte Dampf befolgt also das Gay-Lussacsche Gesetz.

7. Man kann auch den Apparat benutzen, um das Boyle-Mariottesche Gesetz zu prüfen. —

Die Eigentümlichkeiten des Apparates sind folgende:

Die Teilung in cm ist von weitem, die in mm noch von den ersten Bänken sichtbar; die auf Nonius und Skala befindlichen Teilungen liegen in derselben Ebene.

Die Höhen aller Quecksilbersäulen sind deutlich zu sehen; das Gefäß mit Quecksilber bewegt sich sehr leicht der runden Stange entlang; das Drehen um die Stange ist beseitigt. Das Gefäß wird leicht auf beliebiger Höhe festgestellt. — Die Versuche mit diesem Apparat sind im Physikalisch-Mathematischen Verein zu Charkow durchgeführt worden. —

Der Apparat wurde in Charkow in der Werkstatt Edelberg gefertigt.

Die Dekarburierung des Leuchtgases als Vorlesungsversuch.

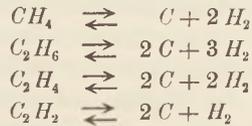
Von Dr. Arthur Stähler.

(Aus dem Chemischen Institut der Universität Berlin.)

Leuchtgas kann auf verschiedene Weise dekarburirt, d. h. seines Kohlenstoffgehaltes beraubt werden. So läßt sich z. B. durch Behandlung von Leuchtgas mit flüssiger Luft ein Wasserstoffgas gewinnen, das bis auf einige Prozente Kohlenoxyd

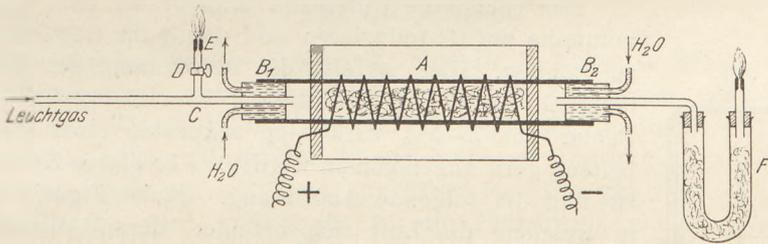
rein ist, da die im Leuchtgas vorhandenen Kohlenwasserstoffe bei -185° flüssig oder fest sind. Dieser Vorgang wird häufig in der Vorlesung demonstriert.

Ein anderes, neuerdings wichtiges Verfahren zur Anreicherung des Wasserstoffs im Leuchtgas¹⁾ besteht darin, daß dieses Gas einer hohen Temperatur ausgesetzt wird, wobei die in ihm enthaltenen Kohlenwasserstoffe (Methan, Äthan, Athylen, Acetylen u. a.) in Kohlenstoff (Ruß) und Wasserstoff dissoziieren:



Nach geeigneter Filtration des abgeschiedenen Kohlenstoffs erhält man hochprozentigen Wasserstoff, der technische Verwendung findet. (als Ballongas, für Heizzwecke usw.). Das Verfahren ist auch für andere kohlenwasserstoffhaltige Substanzen (z. B. Petroleum) vorgeschlagen worden. Diese Dekarburierung des Leuchtgases läßt sich sehr anschaulich mittels des in der Figur wiedergegebenen Apparates als Vorlesungsversuch zeigen (s. a. Arendt-Doermer, Technik der anorganischen Experimentalchemie 1910, S. 856).

Die Dissoziation des Gases bewirkt man in dem (am besten durch einen Heraeus-Ofen oder auf sonstige Weise elektrisch) auf $1100-1200^{\circ}$ erhitzten unglasierten Porzellanrohr *A* von etwa 30–40 mm Durchmesser, welches im Innern locker mit Asbest ausgefüllt wird. Das Leuchtgas wird durch den gekühlten Hempel-Stopfen *B*₁



zugeleitet. Vorher macht man bei *C* eine durch einen Hahn *D* regulierbare Abzweigung, an welche ein feiner Lochbrenner *E* angeschlossen wird. Das hier entzündete Gas brennt mit leuchtender Flamme. An einer kalten Porzellanschale läßt sich der starke Kohlenstoffgehalt der Flamme demonstrieren.

Durch den gekühlten Stopfen *B*₂ verläßt das dissoziierte Gas das Porzellanrohr und wird durch lockere, etwas angefeuchtete Glaswolle in dem U-Rohr *F* von dem noch beigemengten Ruß befreit. Die anfangs rein weiße Glaswolle färbt sich nach einiger Zeit zusehend dunkler. Am Ende wird das Gas wiederum entzündet: die Farblosigkeit der Flamme zeigt an, daß die Zerlegung gelungen ist. Durch eine kalte Porzellanschale kann hier die Abwesenheit von Kohlenstoff, durch einen mit etwas Chlornatrium bestreuten Platindraht das Vorhandensein der Flamme auf weitere Entfernungen demonstriert werden. Schließlich läßt sich durch Veränderung der Temperatur des Ofens auch die Zu- bzw. Abnahme des Leuchtens der am Ende des Apparats befindlichen Flamme nachweisen.

Bei obigem Versuch hat mich Herr cand. phil. Gieseler mit Geschick unterstützt.

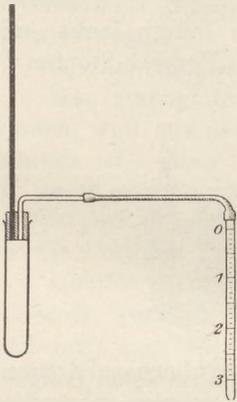
¹⁾ Vgl. hierzu den Aufsatz von C. Graebe: „Über die Darstellung von Ballongas“, Denkschrift der Ersten Internationalen Luftschiffahrts-Ausstellung (Ila) zu Frankfurt am Main 1909; Band II S. 133; Verlag von Julius Springer in Berlin. Sowie Oechelhäuser, Journ. f. Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 52, 883. Ferner Rimker und Wolter D.R.P. 174253 (1906) und 210431 (1908).

Bestimmung des Ausdehnungskoeffizienten der Gase bei den chemischen Schülerübungen.

Von Prof. Dr. **Karl Scheid**, Freiburg i. B.

Im chemischen Anfangsunterricht ist die Bestimmung des Wärmeausdehnungskoeffizienten der Luft eine der schon früh zu lösenden Aufgaben. Während nun an guten und exakt wirkenden Demonstrationsapparaten und für einen größeren Zuschauerkreis bestimmten Versuchsanordnungen kein eigentlicher Mangel mehr vorliegt, sind die Apparate des Schülerpraktikums teils zu teuer, teils zu umständlich.

Im praktischen Unterricht der Physik, für welchen das exakte Messen bis zu einem gewissen Grad Selbstzweck bedeutet, werden hierzu bisweilen die Melde-Röhren verwendet: Glasröhren von 8 mm äußerer Weite und 50 cm Länge, welche am einen Ende geschlossen sind und in welchen eine Luftsäule von beiläufig 15 cm Länge durch einen kurzen Quecksilberfaden abgesperrt ist; um auch am geschlossenen Ende eine scharf meßbare Grenze der Luftsäule zu haben, bringt man an dieses mittels eines Kapillarfadens ebenfalls einen Tropfen Quecksilber. Die Schüler messen bei wagrecht liegender Röhre die Länge der Luftsäule zuerst bei Zimmertemperatur; hierauf schieben sie die Röhre ebenfalls wagrecht in ein weiteres Glasrohr, durch welches aus einem Kochkolben ein Dampfstrom geleitet wird; sie bestimmen die Volumzunahme, messen das Temperaturintervall und berechnen daraus den Ausdehnungskoeffizienten sehr genau.



Der chemische Unterricht braucht die Zahl $\frac{1}{273}$, um Gasvolumina auf 0° reduzieren und damit ihr Gewicht berechnen zu können. Hier ist also die Bestimmung des Koeffizienten lediglich Mittel zum Zweck; ein Versuchsergebnis mit einem Fehler von 3–5% wird hier zugunsten eines schnellen Arbeitens gern angenommen werden. Für diesen Zweck geeignet ist nun die folgende Anordnung. (Siehe Figur.) Als Gefäß, in welchem die Luft sich befindet, deren Ausdehnung man bestimmen will, dient ein Probierglas von 20–25 ccm Fassung mit doppelt durchbohrtem Gummistopfen. Durch die eine Bohrung führt ein Glasstab, welcher als Träger der ganzen

Vorrichtung in einem Stativ festgeschraubt werden kann; die andere Bohrung ist mit kurzem, rechtwinklig gebogenem Glasröhrchen und Schlauch von 15 cm Länge mit dem Meßgefäß verbunden. Als solches benütze ich eine auf Zehntel geeichte Pipette von 3 ccm Fassung. Bei der von mir gewählten Form ist 1 ccm 5–6 cm lang; hierdurch ermöglicht sich eine bequeme Schätzung von Bruchteilen der Zehntelkubikzentimeter. Das völlig trockene Probierglas wird zugestopft und an seinem Glasstab an einem Stativ so befestigt, daß es bis über den Stopfen in ein Becherglas mit kaltem Wasser eintaucht. Die Pipette füllt man durch Eintauchen in einen Kolben, Standzylinder oder dergl. bis etwa zur Nullmarke mit Wasser. Während sie noch im Wasser steht, streift man über ihr oberes Ende den vom Probierglas herführenden Schlauch, wodurch das Niveau etwas unter die Nullmarke sinkt. Nach 1–2 Minuten bringt man durch Heben oder Senken der Sperrflüssigkeit das Wasser außerhalb und innerhalb des Meßrohres auf gleichen Niveaustand. Die jetzt abzulesende Volumzahl wird notiert. Hierauf erwärmt man das Probierglas durch Eintauchen in lauwarmes Wasser um $15\text{--}20^\circ$, bringt das abgesperrte Luftvolumen durch geeignetes Senken der Sperrflüssigkeit wieder unter den äußeren Atmosphärendruck und liest nach 1 Minute wieder ab. Dividiert man die in ccm gemessene Volumzunahme durch die Anzahl Grade Temperaturerhöhung, so erhält man die Ausdehnung der abgesperrten Luft beim Erwärmen um einen Grad. Jetzt mißt man auch das Volumen der Luft im

Probierglas, indem man dasselbe aus einem Meßzylinder bis zum Stopfen mit Wasser auffüllt. Dividiert man den vorhin erhaltenen Quotienten durch die Anzahl ccm des Probierglases, so erhält man den Ausdehnungskoeffizienten der Luft.

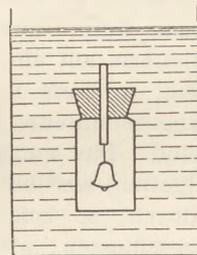
Die Versuchsergebnisse sind im Verhältnis zur Einfachheit des Apparates recht genau und für den praktischen Unterricht vollkommen hinreichend: statt der Zahl 0,0036 wird meistens 0,0034 erhalten.

Ersetzt man in der Versuchsanordnung den als Träger dienenden Glasstab durch ein langes, bis auf den Boden des Probierglases reichendes Glasrohr, welches man an seinem freien Ende mit Gummischlauch und Quetschhahn verschließt, so kann man auch beliebige andere Gase in das Probierglas füllen und deren Ausdehnungskoeffizienten bestimmen. Wasserstoff und andere leichtere Gase (Leuchtgas) leitet man durch den Schlauch von der Seite der Meßpipette her, schwere Gase durch das als Träger dienende lange Rohr. Beim Ausmessen des Volumens des Probierglases ist natürlich das lange Rohr in das Probierglas einzutauchen, damit sein Volumen von dem des Gases in Abzug kommt.

Der Preis des Apparates stellt sich nicht hoch, da Probiergläser, Stopfen, Glasröhrchen, Glasstäbe und Schläuche auch anderweitig gebraucht werden und nicht eigens zu diesem Zweck gekauft werden müssen. Die einzelne Pipette stellt sich in einer Anzahl von 10 Stück bezogen, auf etwa 70 Pf.

Für die Praxis.

Schallfortpflanzung in einer Flüssigkeit. Von Dr. K. Krüse in Bozen. Mittels einer einfachen Vorrichtung (siehe die Figur) kann man nachweisen, daß Flüssigkeiten den Schall leiten. Durch die Bohrung des Pfropfens einer kleinen, nicht zu dünnwandigen Glasflasche ist ein Stäbchen gesteckt, an dessen unterem Ende ein Glöcklein angehängt ist. Die gut verschlossene Flasche wird vollständig in die Flüssigkeit untergetaucht und mit der Hand so bewegt, daß die Glocke ertönt. Wollte man die Glocke unmittelbar in die Flüssigkeit hineintauchen, so wäre wegen des großen Widerstandes des Mittels die Glocke schwer zum Tönen zu bringen und der Ton selbst bedeutend schwächer, als bei der angegebenen Versuchsanordnung. Es sei noch bemerkt, daß eine Beschreibung dieses oder eines ähnlichen Versuches in den gebräuchlichen Physik- und Experimentierbüchern — vielleicht wegen seiner Einfachheit — nicht zu finden ist, weshalb auf denselben aufmerksam gemacht werden möge.



Über Verwendung alter Kohlenplatten zur Elektrolyse. Von Dr. Franz Zimmermann in Horn, N.-Ö. In jedem physikalischen Kabinette finden sich außer Gebrauch gestellte Kohlenplatten von einer Tauchbatterie. Sie liegen vielleicht zusammen mit alten Zinkzylindern, Klemmen usw. in einer Schublade und finden keine weitere Beachtung. Doch können auch sie, ein bischen hergerichtet, im Unterrichte noch gute Dienste leisten. Ich will im folgenden einige Verwendungen beschreiben.

1. Die Elektrolyse des Kupfervitriols wird zum Zweck der Strommessung im Kupfervoltmeter ausgeführt, das sich in jeder Sammlung vorfinden dürfte. Wenn es sich aber, wie in den unteren Klassen, nicht so sehr um die Strommessung als vielmehr um die bloße Abscheidung des Kupfers an der Kathode handelt, wird man sich Platinelektroden bedienen müssen, die aber natürlich in größerer Ausführung

nicht vorhanden sind. Man greift daher zur U-förmigen Röhre. Der Versuch gelingt, macht aber nicht viel Effekt, und man hat die Unannehmlichkeit, die kleinen Platin-
elektroden unter den Schülern zirkulieren lassen zu müssen.

Man kann den Versuch in folgender Weise ausführen. Mit Säge und Feile richtet man sich aus alten Kohlenplatten zwei oder mehrere kleine Platten in der Größe, daß sie in den Glastrog bequem einzuhängen sind, bohrt ein Loch, zieht einen stärkeren Kupferdraht durch, den man an dem Ende zu einer Öse umbiegt, verlötet auf beiden Seiten und feilt die Lötstellen glatt ab. So hergerichtet, können die Platten ebenso verwendet werden wie die dem Apparat beigegebenen Kupfer- und Zinkplatten. (Es wäre übrigens äußerst wünschenswert, wenn die Firmen diesem Apparat auch einige Kohlenelektroden begeben würden). Der Glastrog wird etwa zur Hälfte mit Kupfervitriol gefüllt. Nach kurzem Stromdurchgange zeigt sich die Kathodenplatte mit rotem Kupfer überzogen, das von der herausragenden, schwarz gebliebenen Fläche sich wirkungsvoll abhebt und von allen Schülern gleichzeitig gut beobachtet werden kann*). Die Anode wird ebenfalls vorgezeigt und ihr unverändertes Aussehen konstatiert. Wird die Stromrichtung geändert, so wird die frühere Kathodenplatte wieder blank, während die frühere Anodenplatte sich mit Kupfer überzieht. Nach Beendigung des Versuches werden die Kohlenplatten ausgewaschen und getrocknet, damit durch das von den Kohlen aufgenommene Kupfervitriol die Kontakte nicht zerstört werden.¹

2. Die Umwandelbarkeit von elektrischer Energie in chemische und wieder zurück in elektrische kann man auf folgende Art gut demonstrieren. Man verwendet ein kleineres Batterieglas, das mit gesättigter Lösung von Zinkvitriol gefüllt ist, das im Chemieunterricht bei der Wasserstoffentwicklung als Nebenprodukt abfällt und hier passende Verwendung findet. Als Elektroden verwendet man zwei Kohlenplatten, die entweder auf die frühere Art verfertigt und mit über den Rand gebogenen Drähten, an denen Doppelklemmschrauben angebracht werden, eingehängt sind, oder man kann dieselben mit Leclanchéklemmen versehen und wie bei einer Tauchbatterie auf ein Brettchen montieren. Finden sich alte Klemmen einer Smeebatterie vor, so kann man auch diese verwenden, nur muß man auf der Schraubenseite ein zugeschnittenes Holz- oder Kohlenklötzchen einschieben, da die Kohlenplatten dünner sind. Das vorstehende Klötzchen eignet sich aber dann sehr gut als Nase, um die Platten, auf den Rand des Glases gestützt, einzuhängen. Geht der Strom einige Zeit durch, so zeigt die Zelle, an die gewöhnlichen Schulampere- und Voltmeter angeschlossen, etwa 1,3—1,5 Ampere und 1,5 Volt. Man kann damit geraume Zeit (1 $\frac{1}{4}$ Stunde) eine elektrische Klingel in Funktion setzen.

3. Die Polarisation läßt sich mit einer zweiten, ebenso hergerichteten Zelle, die mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt ist, zeigen. Nach kurzem Stromdurchgang kann man mit dem auftretenden Polarisationsstrom eine elektrische Klingel kräftig in Funktion setzen. Die Rauigkeit und Porosität der Kohlenplatten kommen dem Auftreten des Polarisationsstromes ganz besonders zu gute. Die Verwendbarkeit einer Klingel, statt wie bei kleinen Platinelektroden eines empfindlichen Galvanometers, ist besonders in den Unterklassen wertvoll. Daß in den Stromkreis beim Laden und Entladen ein Galvanometer eingeschaltet werden kann, um die Stromrichtung zu konstatieren, ist selbstverständlich. Bei der verhältnismäßig bedeutenden Stromstärke genügt es übrigens den Leitungsdraht über eine mäßig empfindliche Deklinationsnadel zu führen.

*) *Ann. der Redaktion:* Die Verwendung von Kohlenplatten zur Elektrolyse des Kupfervitriols wurde, zu dem gleichen Zwecke der besseren Demonstration, schon früher von O. OHMANN (Mineragisch-chemischer Kursus, Berlin, Winkelmann u. Söhne, 1. Aufl. S. 115, 5. Aufl. S. 134) empfohlen.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Die Definition der Stärke des elektrischen Stromes und ihre Demonstration. Von A. OCCHIALINI. (*Nuovo Cimento* 6, Vol. I, 1911.) Der Verfasser erörtert den Übelstand, daß man im Unterricht die Stromstärke durch die den Leiter pro Sekunde durchfließende Elektrizitätsmenge definiere, ohne davon eine experimentelle Demonstration zu geben. Um zu einer solchen zu gelangen, bedient sich der Verfasser der elektrolytischen Wirkung, die durch die Entladung von Leidener Flaschen hervorgebracht wird. Eine Influenzelektriermaschine (Fig. 1) wird an eine Lanesche Maßflasche *L* so angeschlossen, daß in die Leitung zwischen dem einen Pol *P* der Maschine und

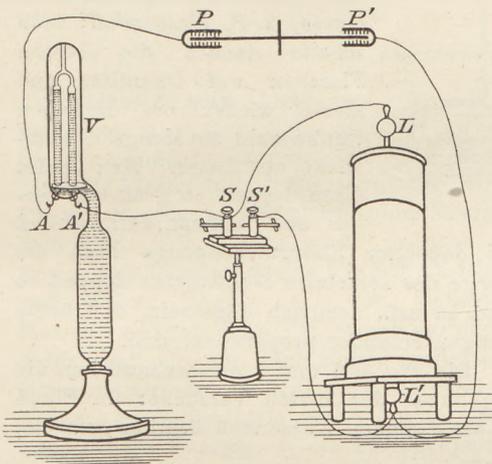


Fig. 1.

der Funkenstrecke *SS'* ein Voltmeter besonderer Form *V* eingeschaltet ist. Setzt man die Maschine in Gang, so folgen sich die Entladungsfunken in Zwischenräumen, die sich nach Belieben regulieren lassen. Jedem Funken entspricht eine gewisse konstante Elektrizitätsmenge, die durch das Voltmeter geht, und dementsprechend eine gewisse Menge elektrolytisch ausgeschiedener Gase, deren Betrag an den graduierten Wänden des Voltmeters abgelesen werden kann.

Bekanntlich sind die auf solchem Wege ausgeschiedenen Gasmengen sehr gering. Zu ihrer Beobachtung und Messung dient das von U. GRASSI im *Nuovo Cimento* 1907 beschriebene Voltmeter, das in Fig. 2 abgebildet ist. Über den Platin-Elektroden befinden sich zwei unten offene Röhren *cc*, die durch zwei Stäbchen an der oberen Wandung des Gefäßes befestigt

sind. Das Gefäß wird mit angesäuertem Wasser etwa bis zur Höhe *R* oberhalb der Elektroden gefüllt, dann bis auf etwa 1 cm Quecksilberdruck ausgepumpt und zugeschmolzen. Kehrt man den Apparat um, so füllt die Flüssigkeit die beiden Röhren *cc* an, wobei man durch einige sanfte, mit der Handfläche gegen *pp* geführte Stöße nachhilft. Eine kleine Influenzmaschine genügt, um eine deutlich sichtbare Gasentwicklung hervorzurufen, da das Volumen der Gase wegen des

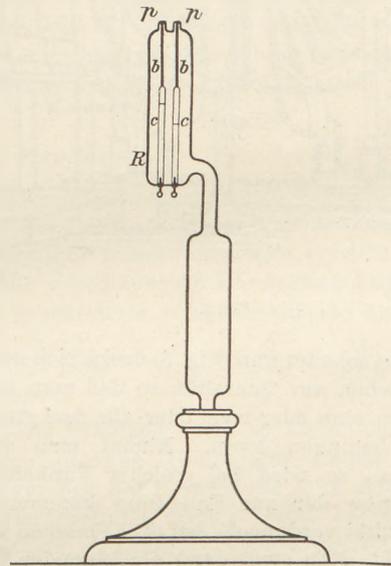


Fig. 2.

geringen Druckes, unter dem sie stehen, beträchtlich vergrößert erscheint. Auch ist das Volumen des Gases am negativen Pol sichtlich doppelt so groß als am positiven, da der Niveauunterschied in beiden Röhren ohne erheblichen Einfluß ist. Will man den Versuch wiederholen, so braucht man den Apparat nur umzukehren und die beiden Röhren von neuem mit Flüssigkeit zu füllen. Selbst nach hundert Versuchen ist der Apparat immer noch brauchbar, da wegen des geringen Volumens der Röhren im Verhältnis zu dem des ganzen Apparats der Druck im Innern durch die entwickelte Gasmenge nur um ein geringes erhöht wird. Bei der Herstellung des Apparats muß man darauf achten, daß die innere Wandung sehr rein ist, da andernfalls die Adhäsion das Gelingen quantitativer Versuche stört. —

Für den vorliegenden Zweck projiziert man die Röhren des Voltameters auf einen Schirm, der mit einer willkürlichen Skala versehen ist. Zwischen die Lichtquelle und das Voltameter wird ein Wasserkasten mit parallelen Wänden gestellt, um die Erwärmung des Gases zu verhindern. —

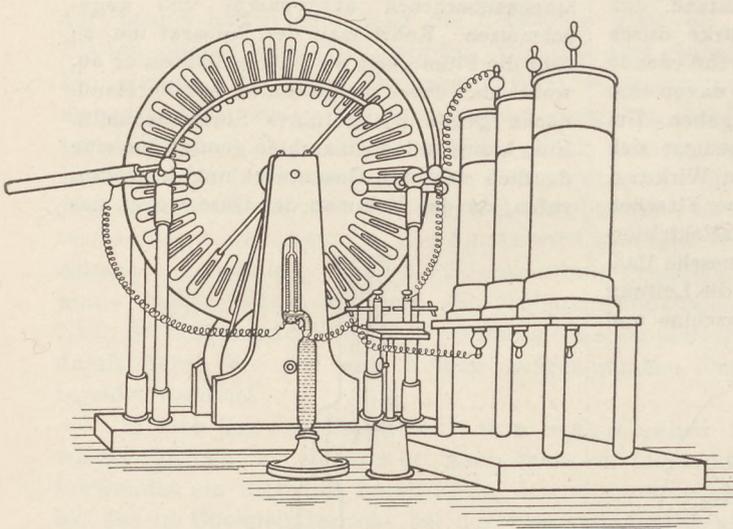


Fig. 3.

Man schaltet nun (Fig. 3) drei gleich große Maßflaschen auf Quantität, so daß man nach Belieben eine oder zwei oder alle drei gleichzeitig benutzen kann. Nimmt man zwei Flaschen, so wird bei gleicher Funkenzahl die Menge der zur Entladung kommenden Elektrizität verdoppelt, bei drei Flaschen verdreifacht. Man stellt dann die folgenden Versuche an:

1. Versuch: Man lasse (Fig. 1) eine gewisse Zahl von Funken überspringen, einmal in kürzerer, dann in längerer Zeit, indem man die Maschine mit größerer oder geringerer Geschwindigkeit dreht. Es zeigt sich, daß die entwickelte Gasmenge immer gleich groß ist. Man schließt daraus, daß die Menge des Elektrolyten, die durch eine bestimmte Elektrizitätsmenge zersetzt wird, nur abhängig ist von der Zeit, die diese braucht, um das Voltameter zu durchfließen.

2. Versuch: Man schalte zwischen Maschine und Voltameter einen leitenden Faden ein und beobachte wieder die Gasmenge, die bei einer gewissen Zahl von Funken ausgeschieden wird. Danach schalte man den Faden zwischen Maschine und Meßflasche ein; man findet, daß die Gasmenge die gleiche ist wie vorher und schließt daraus, daß die Gasmenge auch nicht von der Stelle im Stromkreis, an der man das

Voltameter einschaltet, abhängig ist. Das Gleiche gilt für verschiedene Formen und Dimensionen des Voltameters.

3. Versuch: Man umgebe das Voltameter mit heißem Wasser und lasse ebensoviel Funken wie vorher überspringen. Läßt man dann das Voltameter wieder die Temperatur der Umgebung annehmen, so ist die Gasmenge wiederum die gleiche. Diese ist also auch nicht vom Drucke — und auch nicht von der Konzentration der Lösung — abhängig.

4. Versuch: Man lasse erst eine bestimmte Anzahl von Funkenentladungen von der einen Flasche, dann eine gleich große von einer zweiten Flasche auf dasselbe Voltameter wirken und messe die Menge des einen Gases, z. B. Wasserstoff; man schalte danach die beiden Flaschen auf Quantität und messe wieder bei derselben Funkenzahl die Menge des entwickelten Gases. Man findet diese doppelt so groß wie vorher und schließt daraus, daß

bei doppelter Elektrizitätsmenge auch die Menge des zersetzten Elektrolyten doppelt so groß ist usf., demnach allgemein, daß beide Mengen einander proportional sind.

Die Fig. 4, 5 und 6 veranschaulichen die Ergebnisse der letzten Versuche: In Fig. 4 ist das Volumen Wasserstoff sichtbar gemacht,

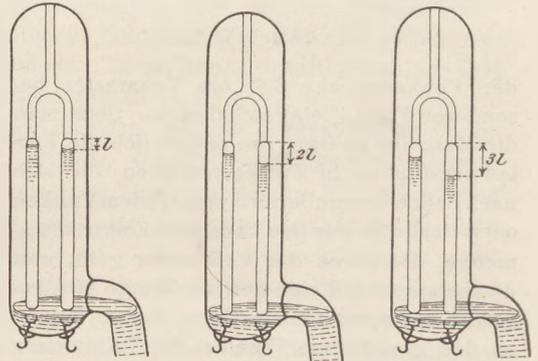


Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

das nach 100 Funken durch die Entladung einer Flasche erzeugt ist; in Fig. 5 der Volumenzuwachs mit zwei auf Quantität geschalteten Flaschen nach 50 Funken; in Fig. 6 der Volumenzuwachs mit drei Flaschen nach 33 Funken. Es entsprechen also je einem Funken in den drei Versuchen Elektrizitäts-

mengen, die sich wie 1:2:3 verhalten, während die gesamte durch den Apparat gegangene Elektrizitätsmenge in allen drei Fällen gleich groß ist. Die Ausführung der drei Versuche hat nicht mehr als 12 Minuten erfordert.

Nummehr kann man die Definition der Elektrizitätseinheit geben, wie sie in der Praxis üblich ist: Ein Coulomb ist diejenige Elektrizitätsmenge, die beim Durchgang durch ein Silbervoltmeter 0,001118 Gramm Silber in der Sekunde ausscheidet.

5. Versuch: Man schalte in den Stromkreis einer galvanischen Batterie an verschiedenen Stellen Voltmeter ein, die denselben Elektrolyten enthalten. Es bestätigt sich, daß die Menge des zersetzten Elektrolyten der Zeit proportional ist, und daß die in der Zeiteinheit zersetzte Menge in allen Voltametern die gleiche ist. Man kann daraus gemäß den früheren Versuchen schließen, daß jedes Volta-

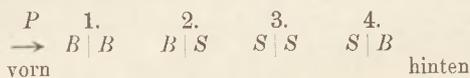
meter, und demnach auch jeder Querschnitt des Stromkreises, in gleichen Zeiten von gleichen Elektrizitätsmengen durchflossen wird. In diesem Fall sagt man, daß der Strom konstant ist. Die Stromstärke kann demnach durch die Elektrizitätsmenge definiert werden, die irgend einen Querschnitt der Leitung in 1 Sekunde durchfließt. Ist die Menge in Coulomb gemessen, so die Stromstärke durch die gleiche Zahl von Ampere. Ein Strom hat die Stärke von a Ampere, wenn irgend ein Querschnitt der Leitung in 1 Sekunde von a Coulomb durchflossen wird; oder auch: wenn in einem in den Stromkreis eingeschalteten Silbervoltmeter $a \times 0,001118$ Gramm Silber in der Sekunde ausgeschieden werden.

Es ist ersichtlich, daß durch das hier beschriebene Verfahren eine empfindliche Lücke in der bisherigen Behandlung der Lehre vom galvanischen Strom ausgefüllt wird. P.

2. Forschungen und Ergebnisse.

Rückstoß beim Lichtdruck. Von J. H. POYNTING und GUY BARLOW¹⁾. Wenn ein Strahlenbündel senkrecht auf eine absorbierende Fläche fällt, so übt es auf diese einen Druck pro qcm aus, der gleich seiner Energiedichte ist. Die Fläche erhält dadurch ein Bewegungsmoment, dessen Träger die Lichtwellen sind. Dieses nach vorn gerichtete Moment verliert dann die Strahlungsquelle; dafür muß sie ein nach hinten gerichtetes Moment gewinnen, d. h. einen Rückstoß erleiden. Ist R die totale von 1 qcm in 1 Sek. ausgesandte Energie, U die Fortpflanzungsgeschwindigkeit, so wird der Druck $p = R/U$. Hierbei ist angenommen, daß die ganze Energie normal zur Oberfläche austritt. Wenn aber die Oberfläche die Energie nach allen Richtungen, entsprechend dem Cosinusetz, aussendet, so wird $p = \frac{2}{3} R/U$. Die direkteste Methode, um den Rückstoß nachzuweisen, würde darin bestehen, daß man eine auf einer Seite geschwärzte, auf der andern Seite versilberte Scheibe frei aufhängt und durch einen elektrischen Heizdraht erwärmt; die Strahlung der Scheibe würde dann fast allein von der schwarzen Seite ausgehen, diese daher zurückgestoßen werden. Da sich diese Versuchsanordnung aber praktisch nicht ausführen läßt, so wurde die Scheibe durch eine auffallende Strahlung erwärmt. Die Verf. stellten dabei folgende Überlegung an. Ein Strahlenbündel von der Energie P pro ccm

falle in einem vollkommenen Vakuum normal auf vier Scheiben, deren Vorder- bzw. Rückseiten teils geschwärzt, teils versilbert sind. In der schematischen Darstellung bedeutet B die geschwärzte, S die versilberte Seite.



Die Scheiben seien so dünn, daß beide Seiten dieselbe Temperatur haben. Nach einiger Zeit der Bestrahlung wird ein Gleichgewichtszustand erreicht sein, bei dem die Scheiben (1) und (2) ebensoviel strahlende Energie ausgeben als sie empfangen. Scheibe (1) die auf beiden Seiten geschwärzt ist, emittiert gleiche Mengen auf beiden Seiten; die Rückstoßwirkungen heben sich bei ihr also auf, und es bleibt allein der Druck P der auffallenden Strahlung wirksam. Scheibe (2) ist nur vorn geschwärzt; sie strahlt daher auch nur nach vorn, und zwar hier nach allen Richtungen, also $\frac{2}{3} P$. Sie erleidet dann auch einen Rückstoß $= \frac{2}{3} P$; dazu kommt der Druck P der auffallenden Strahlung; das sind zusammen $\frac{5}{3} P$. Die Scheiben (3) und (4) sind vorn versilbert; sie reflektieren also alle senkrecht auffallende Strahlung auch wieder in senkrechter Richtung; zu dem Druck P der auffallenden kommt also ein gleich großer Rückstoß P der reflektierten Strahlung, im ganzen also $2P$.

Die vier Scheiben bestanden aus je einem Paar runder Deckgläschen mit einer dünnen Asphaltsschicht dazwischen; die Versilberung

¹⁾ Nature 84, 139 (1910).

wurde durch Kathodenzerstäubung hergestellt. Die Scheiben wurden in Öffnungen einer Glimmerplatte befestigt, die an einem Quarzfaden in einem evakuierten Gefäß aufgehängt war. Die Strahlen einer 50 Volt-Lampe wurden durch Linsen auf je einer der vier Scheiben konzentriert; die dabei eintretende Ablenkung wurde mit Spiegel und Skala beobachtet. Man erhielt so als Mittelwert (in Skalenteilen) für die Drucke der vier Scheiben: Scheibe (1) 16,1, Scheibe (2) 22,3, Scheibe (3) 28,7, Scheibe (4) 28,0. Die Energie der benutzten Strahlung wurde bestimmt, indem man die Strahlen auf eine geschwärzte Silberscheibe fallen ließ und die eintretende Temperaturerhöhung mit einem Konstantan-Silber-Element maß. Die Energie betrug $33 \cdot 10^{-6}$ Erg pro cm Strahlenlänge. Aus dieser Größe berechneten die Verf. die Ablenkungen der vier Scheiben, indem noch angenommen wurde, daß die Asphaltscheibe 5%, die versilberte Scheibe 95% der einfallenden Strahlung reflektierte. So ergaben sich die berechneten Werte der vier Ablenkungen bzw.: 14,3 — 22,0 — 26,5 — 26,1. Die Differenzen mit den beobachteten Werten bei (1) schieben die Verf. auf eine zurückgebliebene Radiometerwirkung. Im allgemeinen ist die Übereinstimmung aber doch so gut, daß die Existenz der Rückstoßwirkung damit bewiesen sein dürfte.

Bekannt sind die Betrachtungen, nach denen der Lichtdruck der Sonne auf kleine Körperchen von $16 \cdot 10^{-6}$ cm Radius und der Dichte der Erde die Gravitationswirkung gerade aufheben muß. Die Verf. zeigen, daß etwas größere Körperchen als diese (von 1 cm Durchmesser und weniger), die sich etwa in Erdentfernung um die Sonne bewegen, durch den Rückstoß ihrer eigenen Strahlung eine Verzögerung ihrer Bewegung erleiden und in spiralförmige Bahnen geführt werden müssen, um schließlich auf die Sonne zu fallen. Eine Berechnung ergab, daß eine Kugel von 1 cm Durchmesser in der Entfernung der Erde in 45 Millionen Jahren, eine Kugel von $\frac{1}{1000}$ cm in 45000 Jahren die Sonne erreichen würde. Als solche Körperchen können aber wohl die Sternschnuppen angesehen werden. Man sollte nun annehmen, daß während der ungeheuren Zeiträume, in der die Sonne vorhanden ist, bereits alle Staubkörperchen ihres Systems bei ihr angelangt sein müßten, und es wäre die Frage, ob etwa der Interstellarraum mit zerstreuten Meteoriten erfüllt sei, oder ob solche Körperchen durch Kometen hineingebracht werden.

So führt der Lichtdruck zur weiteren Erörterung kosmischer Probleme. *Schk.*

Erzeugung gedämpfter elektrischer Schwingungen nach der Methode der Stoßerregung.¹⁾ (Nach einem von H. BOAS in einem städtischen Fortbildungskursus für Oberlehrer in Berlin gehaltenen Demonstrationsvortrage.) Feddersen hat zuerst durch Einschaltung längerer Leitungen den oscillatorischen Charakter einer Leidener-Flaschen-Entladung mit Hilfe eines rotierenden Spiegels nachgewiesen. Hertz gelang es dann, die oscillatorische Entladung eines Kondensators zur Erzeugung elektrischer Schwingungen zu benutzen, die, ähnlich den Lichtschwingungen, Fernwirkungen auszuüben im stande waren. Er bediente sich dazu teils geschlossener Schwingungskreise, teils offener. Tesla nahm später, angeregt durch die Untersuchungen von Crookes über die elektrische Entladung in Gasen, die Erzeugung schneller Schwingungen wieder auf. Er machte zunächst Versuche, die Schwingungen mittels einer Hochfrequenzmaschine zu erzeugen, und konstruierte mehrere Typen davon; nachdem er aber eingesehen hatte, daß die damit erreichbaren Wechselzahlen nicht genügend hoch waren, wandte er sich den oscillatorischen Kondensator-Entladungen zu; durch geeignete Anordnungen gelang es ihm, größere Energiemengen umzusetzen und eine Reihe schöner Erscheinungen in hochevakuierten Räumen hervorzurufen. Technische Bedeutung erlangt hat die Erzeugung schneller Schwingungen vornehmlich durch die drahtlose Telegraphie. Braun führte zur Anregung des Luftleiters den geschlossenen, aus Kapazität und Selbstinduktion gebildeten Schwingungskreis ein; Poulsen gelang es, unter Verwendung eines Lichtbogens in Wasserstoffgas ungedämpfte Schwingungen zu erzeugen, und Wien endlich erkannte die Stoßerregung als wichtigstes Mittel zur Erzeugung gedämpfter Schwingungen.

Die Erscheinung der elektrischen Resonanz wurde mit Hilfe eines Resonanztransformators und daran angeschalteten Drehkondensators in Verbindung mit einer Maschine von 800 Perioden vorgeführt. Es wurde gezeigt, daß zunächst im Sekundärkreis bei angeschalteter Maschine so gut wie

¹⁾ Unter Berücksichtigung des Aufsatzes „Löschfunkenstrecke für enge Koppelung“ von H. Boas in den Verh. d. Deutschen Phys. Ges. 1911, Nr. 14.

kein Strom fließt, daß aber die Stromstärke in der Gegend der Resonanzlage außerordentlich ansteigt und gleichzeitig die sekundäre Effektivspannung im Kreise sich bedeutend erhöht, so daß mit verhältnismäßig geringer Energie infolge der Kumulation der einzelnen Perioden eine bedeutende Ladepannung erzeugt werden kann. Ein Analogon zu diesen Resonanzerscheinungen mit niederfrequenten Strömen bieten die Resonanzerscheinungen, wie sie in Schwingungskreisen, die von Hochfrequenzströmen durchflossen werden, auftreten. Eine Kapazität in Verbindung mit einer Selbstinduktion läßt sich infolge der Resonanzerscheinung als Mittel zur Bestimmung der Schwingungsdauer benutzen; man erhält somit einen Wellenmesser, sobald die Kapazität oder die Selbstinduktion veränderlich gemacht wird, und das Schwingungssystem mit einer entsprechenden Teilung und einem Strommesser versehen wird. Die Erfindung des Wellenmessers hat überhaupt ein wissenschaftliches Arbeiten mit Hochfrequenzströmen erst möglich gemacht, da es allein durch die Wellenmessung möglich war, die Erscheinungen, die in Hochfrequenzkreisen auftreten, zu studieren. Vornehmlich geeignet ist der Wellenmesser außer zur Messung der Wellenlängen zur Ermittlung der Dämpfung und zur Messung des Kopplungsgrades zwischen zwei Schwingungssystemen, der, wie in folgendem gezeigt wird, von großer Wichtigkeit ist.

Werden die elektrischen Schwingungen nach altüblicher Methode durch lange Funken erzeugt, und wird die im Leidener-Flaschen-Kreis fließende Energie vermittelt Induktion auf ein zweites Schwingungssystem übertragen, so treten eigenartige Erscheinungen auf, die je nach dem Grade der Kopplung beider Schwingungskreise miteinander verschieden sind. Das Sekundärsystem wirkt auf das Primärsystem zurück, und weil die Funkenstrecke eine Art labiler Verbindung der metallischen Leitungsbahn darstellt, treten infolge der Rückwirkung Schwebungen zwischen beiden Schwingungssystemen ein, d. h. es pendelt die Energie vom Primärsystem ins Sekundärsystem und umgekehrt zurück. Diese Pendelungen treten um so häufiger ein, je enger die Kopplung beider Systeme ist; und es gibt ein gewisses Gunstmaximum der Kopplung, bei dem ein maximaler Energiebetrag in daß sekundäre System übergeleitet wird. Sobald die Kopplung 4% überschreitet, tritt im Sekundärsystem Zweiwelligkeit ein. Diese Zweiwelligkeit rührt nicht daher, daß

wirklich zwei Schwingungen verschiedener Schwingungsdauer im Sekundärsystem fließen, sondern daher, daß man eine Sinuslinie, die nach einer gewissen Zahl von Schwingungen auf 0 abnimmt, dann wieder ansteigt, um wieder abzunehmen, mathematisch auflösen kann in zwei Schwingungen verschiedener Schwingungsdauer. Die Differenz der großen Kopplungswelle mit der kleinen, dividiert durch die Grundwelle, bezeichnet man als Kopplungskoeffizienten des elektrischen Systems, so daß aus dem bekannten Kopplungskoeffizienten unmittelbar abgeleitet werden kann, um welchen Betrag die beiden Wellenzüge voneinander verschieden sind, wie umgekehrt aus den zwei Wellenzügen abgeleitet werden kann, wie groß der Kopplungsfaktor ist. Der Wellenmesser stellt also in diesem Fall eine Art von mathematischem Analysator dar. [Die Vorgänge wurden an Schwingungskurven, die auf Papier gezeichnet und ausgeschnitten waren, erläutert auch wurden die Erscheinungen bei einer 10- und 20 proz. Kopplung gezeigt; außerdem wurde an einem Oszillographen die Erscheinung, wie sie sich in der Wirklichkeit abspielt, vorgeführt.] Abgesehen davon, daß bei einer Kopplung von 4% nur ein geringer Bruchteil der gesamten erzeugten Energie vom Primärkreis in den Sekundärkreis hinein übertragen wird, ist es auch für die praktische Verwertung, namentlich aber für die Verwertung in der drahtlosen Telegraphie, unzuweckmäßig, im induzierten Schwingungskreis, hier also in der Antenne, zwei Wellenzüge zu haben. Dadurch wird einmal die Energie auf ein breiteres Gebiet ausgezogen, das zwei Maxima aufweist, von denen je nach den Umständen das eine oder das andere den größeren Energiebetrag enthält. Andernteils bleibt die Empfangsstation im unklaren, auf welche Welle sie einstellen soll, immer aber bleibt eine überflüssige Welle als Störung dritter Stationen nutzlos bestehen. Diese Unzutraglichkeiten haben dazu geführt, Methoden ausfindig zu machen, die es erlauben, die Zweiwelligkeit zu vermeiden. Die Theorie besagt, daß die Zweiwelligkeit vermieden werden kann, sobald die Dämpfung im primären System eine genügende Größe erreicht hat, die noch nicht den aperiodischen Grenzfall darzustellen braucht. Schaltet man aber in den primären Schwingungskreis einen Ohmschen Widerstand ein, so wird dadurch naturgemäß die Energie herabgesetzt; die Methode ist also nur für kleine Energiemengen zu Meßzwecken und dergleichen zu verwenden. Prof. Wien

fand nun, daß eine sehr eng gestellte Funkenstrecke einem Schwingungskreis, in dem sie liegt, eine große Dämpfung verleiht. Herr von Lepel war der erste, der eine praktische Funkenstrecke dieser Art konstruierte, die zu den Zwecken der drahtlosen Telegraphie brauchbar war. Die Gesellschaft für drahtlose Telegraphie hat dann das Wiensche Verfahren weiter ausgebildet und statt einer Funkenstrecke eine Reihe von Funkenstrecken verwendet, um die Energie im primären Kreise, den man auch Stoßkreis nennen kann, zu erhöhen. Es ist sicher, daß Tesla auch bereits derartige Stoßkreise hergestellt hat, seine Veröffentlichungen weisen dies zweifellos nach; er war aber nicht in der Lage, den wahren Grund der günstigen Wirkung zu erkennen, weil

wieder Zweiwelligkeit ein, bei loserer Kopplung setzt die Stoßwirkung ebenfalls aus. Jede enggestellte Funkenstrecke hat überhaupt eine ganz bestimmte kritische Kopplung, und je enger die Elektroden in der Funkenstrecke stehen, um so höher rückt im allgemeinen der Punkt der kritischen Kopplung herauf, d. h. elektrisch um so günstiger wird die Funkenstrecke.

Unter Berücksichtigung dieser Tatsachen ist von BOAS eine neue Funkenstrecke konstruiert worden; die Elektroden sind aus hartem Platin-Iridium (25% Iridium) hergestellt, die in außerordentlich engem Abstand einander gegenüberstehen. Der Durchmesser der kreisförmigen Elektrodenplatte beträgt 8 mm, der Abstand zweier Elektroden voneinander, die durch eine planparallele Luftschicht getrennt sind, bis zu höchstens 0,05 mm (Kopplungsfaktor 30%). Der Funke geht dann zwischen den Elektrodenflächen (nicht zwischen deren Rändern) über, was von Wichtigkeit für eine gleichmäßige zuverlässige Wirkung ist. Die Platten sind derart in größere Metallkörper eingebaut, daß ihre sichere Führung ohne Schwierigkeit erfolgen

kann, und daß gleichzeitig eine genügende Oberflächenkühlung stattfindet. Fig. 1 zeigt einen Satz von 10 Elementen, deren jedes zwei Funkenstrecken der beschriebenen Art enthält. Die Funkenstrecken sitzen an zwei diametral gegenüberstehenden Stellen einer kreisförmigen starken Metallplatte, in der Figur oben und unten; die nach vorn gerichteten Löcher dienen zum Einsetzen eines mit der Leitung verbundenen Anschlußstöpsels. Eine einzelne solche Funkenstrecke hat eine Entladungsspannung von 450 bis 500 Volt; die damit erreichbare Kopplung kann bis auf 48% getrieben werden, und die Stoßschwingungen bestehen dann nur aus $1\frac{1}{3}$ Wechslen, d. h. noch aus keiner vollen Periode. Der Idealfall, der, beispielsweise auf akustisches Gebiet übertragen, durch eine mit einem (liegenbleibenden) Hammer angeschlagene Glocke erzielt wird, ist also hier elektrisch in derselben Vollkommenheit erreicht. Die beiden Schwingungskreise müssen sehr scharf auf günstigste Kopplung eingestellt werden; alsdann entzieht der Sekundärkreis der Funken-

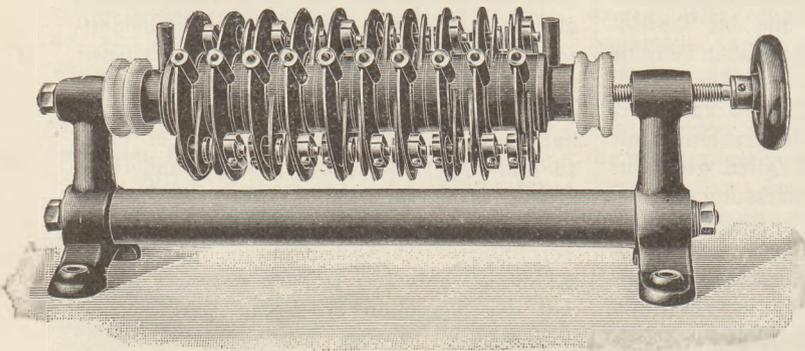


Fig. 1.

zu seiner Zeit die wissenschaftliche Erkenntnis noch nicht genügend vorgeschritten war. Die Gesellschaft für drahtlose Telegraphie hat zunächst versucht, Stoßwirkungen durch Verwendung einer Quecksilberdampf-Funkenstrecke zu erzeugen; die Versuche haben jedoch ein günstiges Resultat nicht ergeben. Wien hat späterhin angeeben, daß auch mit langen Funken und dazwischen geschalteten Geislerschen Röhren die Dämpfung im Primärkreis so erhöht werden kann, daß Stoßwirkung auftritt. Von Dr. Glatzel wurde eine Funkenstrecke beschrieben, bei der sich Nickeldrähte in Wasserstoffatmosphäre befinden; auch diese Funkenstrecke gibt, eine bestimmte primär zugeführte Stromenergie vorausgesetzt, Stoßwirkung. Die von der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie nach der Wienschen Methode hergestellte Stoßfunkenstrecke, aus scheibenförmigen Silberelektroden bestehend, erlaubt, die Kopplung zwischen den beiden Systemen bis auf 19% zu treiben; in diesem Falle tritt Stoßwirkung ein, bei engerer Kopplung tritt

strecke fast die gesamte Energie, die Eigen-
erwärmung in der Funkenstrecke ist ver-
schwindend klein und damit der Energie-
umsatz ein vorzüglich guter. Die für eine
solche Untersuchung angewandte Versuchs-
anordnung zeigt schematisch Fig. 2. Im pri-
mären Kreise wird zur Stoßfunkenstrecke |||

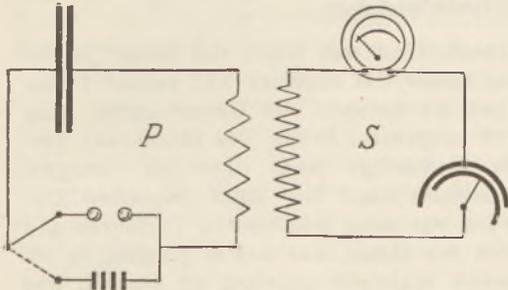


Fig. 2.

eine gewöhnliche Funkenstrecke parallel ge-
legt; durch Umlegen einer Wippe kann ent-
weder mit Stoßerregung oder mit langen, un-
gedämpften Funken gearbeitet werden. Der
primäre Schwingungskreis enthält noch einen
Kondensator und führt über eine Spule, die
eine zweite sekundäre Spule umgibt und in
der Achsenrichtung durch
eine Schneckenspindel-
vorrichtung bewegt wer-
den kann (der hierzu ver-
wendete Apparat, Fig. 3,
zeigt die beiden Spulen
und die Stoßfunken-
strecke). An die Sekun-
därspule ist ein Hitzdraht-
amperemeter und ein
Drehkondensator ange-
schlossen. Die Energie
wurde einer 50-Perioden-
Wechselstrom - Maschine
entnommen. Der kriti-
sche Kopplungskoeffizient
wurde für einen gegeb-
enen Abstand der Lös-
funkenstrecke aus dem
Ausschlag des Hitzdraht-
amperemeters ermittelt.
Danach wurde auf die
gewöhnliche Funkenstrecke umgeschaltet, mit
Hilfe eines Wellenmessers die Lage der beiden
Koppelwellen festgelegt und hieraus, wie oben
angegeben, der Kopplungsfaktor ermittelt, in-
dem die Differenz der beiden Koppelwellen
durch die Grundwelle dividiert wurde. (Die
Wellenlänge betrug bei ganz loser Kopplung
mit der langen Funkenstrecke 770 m.)

Die Stoßmethode ist zu Demonstrationen
außerordentlich gut geeignet. Mit Hilfe eines
Oszillographen wurde die Wirkung des Stoßes
unter Verwendung einer solchen Funken-
strecke gezeigt; man konnte den primären
Stoß und die außerordentlich lange, unge-
dämpfte Sekundärwelle wahrnehmen. [Es wur-
den nun mit dem Apparat einige besonders
schöne Tesla-Versuche vorgeführt; an einer
offenen Spule wurden lange Funkenbüschel
erzeugt, evakuierte Kugeln, die in ein Hoch-
frequenzfeld gebracht wurden, erzeugten einen
intensiv leuchtenden Ring; enthalten die
Kugeln etwas Quecksilber, so entsteht in
ihnen der intensiv leuchtende Quecksilber-
dampf-Lichtbogen. Es wurde ferner gezeigt,
daß die Ströme physiologisch unwirksam sind,
und daß es möglich ist, mehrere Ampère durch
den Körper ohne Schmerzempfindung hin-
durchzusenden, daß aber durch die große
Stromstärke starke innere Wärmewirkungen
in den durchströmten Körperteilen erzeugt
werden.]

Das Anwendungsgebiet der Stoßerregung
ist also nicht allein auf die drahtlose Tele-
graphie beschränkt; auch eine große Reihe
anderer Gebiete wird ihren Nutzen daraus

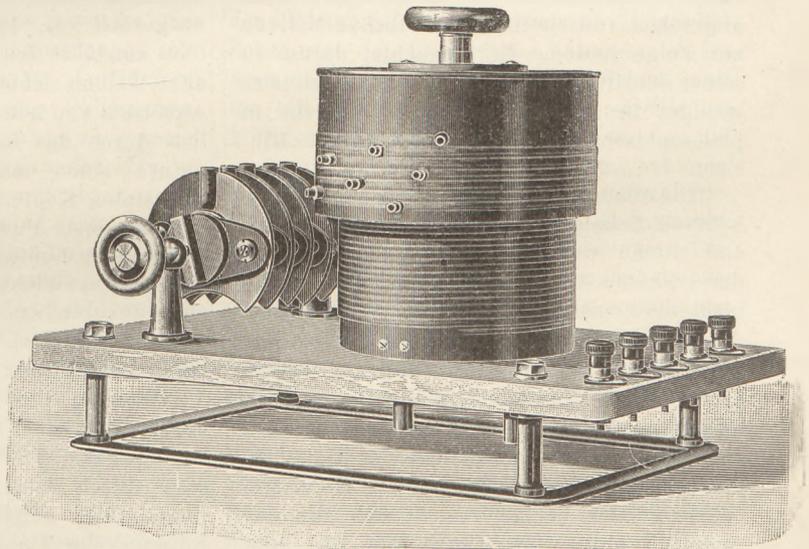


Fig. 3.

ziehen können. Die Stoßerregung zur Er-
zeugung elektrischer Schwingungen stellt
heute das vollkommenste Verfahren zur
Schwingungserzeugung dar; der ökonomische
Wirkungsgrad, vom niederfrequenten Wech-
selstrom abgerechnet, beträgt mehr als 70%,
ein Wirkungsgrad, der namentlich gegenüber
der Poulsenschen Methode der Schwingungs-

erzeugung vermittelt einer Bogenlampe als ein außerordentlich guter bezeichnet werden muß. Wenn neuere Versuche, elektrische Schwingungen auf maschinellm Wege herzustellen, auch einmaleinen solchen Wirkungsgrad erreicht haben werden, so kann man

sagen, daß damit wieder ein außerordentlicher Fortschritt in der Schwingungserzeugung geschehen sein wird, heute dürfte aber die Methode der Stoßerregung das vollkommenste Mittel zur Erzeugung elektrischer Schwingungen sein.

3. Geschichte und Erkenntnislehre.

Die geozentrische Lehre des Aristoteles und ihre Auflösung. Von E. GOLDBECK. (*Progr.-Abh. des Luisenstädt. Gymnasiums zu Berlin, Ostern 1911. Pr.-Nr. 75.*) Der Verfasser geht von dem Gegensatz der kopernikanischen zu der aristotelischen Lehre vom Bau des Weltalls aus und zeigt, wie dieser Gegensatz nicht nur den Aufbau der Welt betrifft, sondern zugleich die gesamte ethische und religiöse Weltansicht umfaßt. Der Widerspruch, den die neue Lehre hervorrief, könne nicht wundernehmen, und auch der Kampf, den die Kirche als Vertreterin der alten Weltansicht gegen Galilei führte, sei abgesehen von den Formen, in denen er sich vollzog, durchaus verständlich. Den Verfasser hat es gereizt, den inneren, sozusagen gefühlsmäßigen Gründen nachzuspüren, die ein so zähes Festhalten an der alten Lehre auch abgesehen von spezifisch kirchlichen Motiven zur Folge hatten. Er beleuchtet darum in seiner Schrift den Standpunkt des Aristoteles weniger in astronomischer als vielmehr in philosophischer und kulturhistorischer Hinsicht.

Die Welt des Aristoteles besteht aus einer äußeren Schale und einem Innenraum, der eine Reihe weiterer Schalen, die Sphären der Planeten, einschließt; diese Schalen sind nicht mathematische Fiktionen (wie bei dem Astronomen Eudoxus, dem Zeitgenossen des Aristoteles), sondern sie sind aus einem kristallinen Stoff gebildet, in den die Planeten eingebettet sind. Der Stoff ist ein göttlicher, dem Wesen nach verschieden von dem der Erde, die sich im Mittelpunkt der Weltkugel befindet. Der Verfasser stellt sich nun zur Aufgabe, aufzuzeigen, inwiefern die geozentrische Anlage des Weltbildes eine Grundvoraussetzung des Aristoteles war, die einem religiösen Bedürfnis entsprang, und daß demgemäß in seinem Weltbilde „ethische Werte räumlich ausgeprägt“ sind, während die verstandesmäßigen Gründe nur als etwas Sekundäres hinzutreten.

Daß Aristoteles den Himmel als göttlich ansah, hängt mutmaßlich damit zusammen, daß das räumlich Höhere den Charakter der Er-

habenheit an sich trägt; das Ideale ist für uns immer das räumlich und zeitlich Ferne. Auch die Reinheit des Himmelslichtes mag früh mitgewirkt haben, das Ideale und Verehrungswürdige nach oben zu verlegen. Aristoteles stand hier unter demselben Eindruck wie seine griechischen Vorfahren und noch wir selber, nur daß er glaubte, in objektive Wahrheit umsetzen zu können, was unserm Bewußtsein nur als subjektives Fühlen erscheint.

Aristoteles wurzelt nur in alten nationalen, vielleicht allgemein menschlichen Anschauungen, wenn er den Himmel „vergottet“. Aber da ihm an philosophischer Weltanschauung gelegen ist, so sucht er sein Weltsystem mit Gründen zu stützen, und dies um so mehr, als die von ihm vertretene Lehre energischen Angriffen besonders von seiten der Atomisten ausgesetzt war. Im dem Kampfe trug Aristoteles zunächst den Sieg davon, aber im Zeitalter Galileis lebten die alten Einwände der Atomisten von neuem auf und übten namentlich durch das Buch des Lucrez de rerum natura einen mächtigen Einfluß auf die denkenden Köpfe aus.

Der erste Punkt, gegen den Aristoteles sich wenden mußte, war die Lehre der Atomisten von der Unendlichkeit der Welt. Seine Gründe sind unzureichend, da sie sich nur gegen einen unendlichen Körper, aber nicht gegen einen unendlichen Raum richten. Aber der Verstand ist durch das Gemütsbedürfnis beeinflusst und steht gleichsam unter seelischem Zwange; nur so ist es zu erklären, daß Aristoteles durch seine eigenen unzureichenden Gründe sich befriedigt fühlen konnte. Der Einwand der Unendlichkeit der Welt wach nachmals in der Gefolgschaft des Kopernikus wieder auf und wird von Giordano Bruno mit Begeisterung vertreten.

Aristoteles leugnet ferner die Existenz vieler voneinander getrennter Welten; er statuiert eine einzige kugelförmige Welt, aber auch die Gründe hierfür sind ohne zwingende Kraft. Anders war es mit der Begründung der Vollkommenheit und damit der Göttlichkeit des Himmels. Aristoteles zeigt, daß bei

den geradlinigen Bewegungen auf der Erde ein Gegensatz der Richtungen nach oben und nach unten herrscht; von den Kreisbewegungen dagegen glaubt er beweisen zu können, daß eine Gegensätzlichkeit nicht existiere. Was aber keine Gegensätze enthält, ist unveränderlich; es trägt die Merkmale der Ewigkeit an sich und ist somit göttlich. Diese Lehre fand überdies die stärkste Stütze in der Sinneswahrnehmung, die durchaus keine Veränderung „weder an dem ganzen äußersten Himmelsgebäude noch an irgendeinem der ihm eigentümlichen Teile“ erkennen ließ. Dies Argument hat denn auch bis in den Beginn der Neuzeit eine starke Stütze der aristotelischen Weltauffassung gebildet. Sie kam ins Wanken, als Tycho Brahe 1572 einen neuen Stern entdeckte, und wurde vollends durch die Entdeckungen, die Galilei mit dem Fernrohr am Himmel machte, untergraben.

Die Konstruktion der unteren irdischen Welt hängt bei Aristoteles mit seiner Bewegungslehre eng zusammen; er deduziert daraus in bekannter Weise die vier Elemente, die dem Prinzip des Gegensatzes und damit der Veränderung unterliegen. Die Erde hat sich gemäß den Gesetzen der Schwere um den Weltmittelpunkt zusammengeballt. So erscheint der geozentrische Standpunkt als Produkt einer umständlichen Deduktion, während er im Innersten des Philosophen den Ausgangspunkt bildet. Aber an keinem Punkt seines Systems zeigt sich der Mangel exakter physikalischer Untersuchung so stark wie hier. Noch hat Archimedes seine grundlegenden Entdeckungen über die spezifische Schwere nicht gemacht, die bereits der Lehre von dem absolut Schweren und absolut Leichten widersprachen. Auf dieser Grundlage hat später Galilei die Bekämpfung der aristotelischen Lehre unternommen. Nicht minder auch war die Lehre, daß der Mittelpunkt der Erde mit dem Mittelpunkt der Welt zusammenfalle, Angriffen ausgesetzt, die schon von Lucrez erhoben und später von Galilei und Bruno wieder aufgenommen wurden. Ein besonders starker Einfluß scheint zu Galileis Zeiten auch von Gilbert ausgegangen zu sein, der in seinem Buch *de magnete* die Ansicht bekämpfte, daß von einem mathematischen Punkt eine Anziehung ausgehen könne. Denselben Einwand erhebt auch Kepler schon in seiner ersten Schrift, dem *Mysterium cosmographicum*.

Aristoteles bekämpft schließlich die Drehung der Erde mit dem Argument, daß ein

beliebig hoch geschleuderter Körper stets wieder auf denselben Punkt der Erde zurückfalle. Dies Argument ist bekanntlich in der neueren Zeit gerade zu einem Argument für die Drehung der Erde umgestaltet worden. [Aber nicht erst Newton hat daran den Vorschlag geknüpft, einen neuen physikalischen Beweis für die Umdrehung der Erde zu versuchen. Der Vorschlag ist bereits von Galilei gemacht; man vgl. Galileis Dialog in der Übersetzung von Strauß, S. 248.]

Das so fest gefügte System des Aristoteles wurde erst an einzelnen Punkten angegriffen, dann brach in kurzer Zeit der ganze Bau zusammen. Den Hauptgrund des Zusammenbruchs sieht der Verf. aber wiederum darin, daß von innen heraus schon die ganze Lehre entwertet war. Sobald das Lebensgefühl sich prinzipiell änderte, war auch der Untergang der entsprechenden Philosophie besiegelt. Als ein Symptom dieser Änderung kann die neue Auffassung von der Unveränderlichkeit angesehen werden, wie sie sich z. B. mit großer Bestimmtheit bei Galilei zeigt. Das Veränderliche gilt nicht mehr für das schlechthin Unvollkommene, das Starre und Unveränderliche nicht mehr für das Ideale. Es beginnt nun, lange vorbereitet, das Zeitalter absterbender Wertung des Absoluten und steigender Schätzung des Lebendigen. Aber man tut doch dem alten Denker Unrecht, wenn man ihn mit seinen Nachtretern im ausgehenden Mittelalter zusammenwirft. Aristoteles hat auch das Lebendige geschätzt und bekanntlich der Idee des Organismus in seiner Philosophie eine bedeutsame Stelle eingeräumt. Aber dies Ideal des Lebendigen liegt neben dem Ideal der starren Vollkommenheit unausgeglichen im Kopf des antiken Denkers. Und noch heut ist dieser Ausgleich eine brennende Lebensfrage, die von der abstrakten Form losgelöst auf das Problem herauskommt, wie eine feste sittliche Norm mit der Wertschätzung und den Anforderungen des Lebens selbst vereinigt werden kann. Mit der Aufhebung des aristotelischen Weltbildes sind die Ideale des Aristoteles nicht zerstört. „Sie flüchten in das Innenleben, wo sie weiter lebendig bleiben.“

Wir haben hier nicht viel mehr als das Skelett der inhaltreichen Schrift geben können, die in zahlreichen feinen Einzelausführungen den Leser auf die Höhen des geistigen Lebens leitet. Eben weil sie die Gebiete der exakten Forschung mit diesen Höhen in engen Zusammenhang bringt und den Blick für die großen Menschheitsprobleme öffnet, eignet sie

sich auch ganz besonders zur Lektüre für reifere Schüler oder noch besser zur gemeinsamen Lektüre mit solchen; wer es versucht,

wird sich durch die Lebhaftigkeit, mit der diese Dinge aufgenommen werden, reich belohnt fühlen. P.

4. Unterricht und Methode.

Die Himmelskunde in der Schule. Von FRANZ RUSCH in Goldap (Ostpreußen). In den *Monatsheften für den naturwissenschaftlichen Unterricht 1911, Heft 1* gibt der Verf. wertvolle Beiträge zur Reform des astronomischen Unterrichts. Er erblickt die Ursache des jetzt herrschenden Notstandes vor allem in den Lehrplänen, die den Gegenstand der Sexta, dann nach langer Unterbrechung der Untersekunda und endlich der Prima zuweisen, wobei noch dazu sich Geograph, Mathematiker und Physiker in die Aufgabe teilen müssen. Eine gründliche Besserung erwartet er nur von einer Änderung der bestehenden Verteilung des Stoffes, macht aber zunächst Vorschläge, wieviel sich im Anschluß an die jetzt geltenden Lehrpläne erreichen läßt.

Für Sexta fordert er — und die Stimmen hierfür mehrten sich beständig — Beschränkung auf die einfachsten wirklich wahrnehmbaren Vorgänge am Himmel. „Die Anschauung der täglichen Drehung muß der Sextaner von der Sonne auf die Gesamtheit der Himmelskugel übertragen lernen. Die Begriffe Aufgang, Untergang, Kulmination, Tagbogen, Mittagslinie, Himmelsrichtung, Pol, Zirkumpolarstern sind der Reihe nach aus der Anschauung zu erfassen. Hinausgehen ins Freie, Erteilen der Stunde oder besonderes Zusammentreffen am Abend sind dabei unerläßlich.“ Es schließen sich noch an: die Veränderlichkeit des Tagbogens der Sonne und ihrer Mittagshöhe, das Wandern der Sonne (und des Mondes) den Sternen entgegen durch Beobachtungen in der Dämmerung. Als Mittel zum Fixieren der Anschauung wird die Drahtglocke (Fliegenglocke) von Böttcher empfohlen, an der man sowohl den Lauf der Sonne wie einzelner Sterne verfolgen kann; ferner ein einfacher Schattenstab (Gnomon) zur Bestimmung der Mittagslinie. In der Zwischenzeit bis Sekunda müßte der Schüler sich durch Privatleiß Kenntnis der Sternbilder erwerben, wozu der Lehrer der Erdkunde die Anregung zu geben hätte; auch auf Mondbewegung, Finsternisse, Planetenbewegung müßten die Schüler gelegentlich hingewiesen werden.

In der Untersekunda hätte der Übergang vom „Schein“ zur Wirklichkeit zu erfolgen. Der Lehrstoff wäre: befestigende Wieder-

holung der scheinbaren Phänomene; Achsendrehung der Erde; jährlicher Umlauf der Erde um die Sonne; das Planetensystem, das Weltall. [Ob Foucaults Pendel, die Aberration und die Größe der „Geschwindigkeitsänderung im Visionsradius“ schon für diese Stufe sich eignen, dürfte doch zweifelhaft sein, ebenso die Berechnung der siderischen aus den „vom Tertianer beobachteten“ synodischen Umlaufzeiten der Planeten.]

Für die Oberstufe kommen bisher hauptsächlich die sphärische Trigonometrie und die Mechanik in Betracht, während die Astrophysik oft ganz vernachlässigt wird. Statt vieler der üblichen Aufgaben am nautischen Dreieck empfiehlt der Verf. z. B. die Behandlung der Konstruktion von Sonnenuhren, ferner konstruktive Lösungen, wie die Konstruktion der Entfernung zweier Orte aus den geographischen bzw. astronomischen Koordinaten, oder die Konstruktion der Breite des Beobachtungsortes aus zwei korrespondierenden Höhenbeobachtungen eines Sterns mit bekannter Deklination. (Für beides werden die graphischen Darstellungen mitgeteilt.) Bei den Keplerschen Gesetzen sei die Beschränkung auf Kreisbahnen angezeigt, und namentlich das 3. Gesetz sei für die Erkenntnis der allgemeinen Gravitation und die Berechnung der Massenverhältnisse im Sonnensystem auszunutzen. Die Astrophysik endlich müsse auf astronomischen Beobachtungsaufgaben gepflegt werden; diese seien an Stelle einzelner Physikstunden anzusetzen, damit der Lehrer nicht gezwungen ist, solche Abende lediglich auf Kosten seiner Muße zu veranstalten. Andere Schwierigkeiten lassen sich, wie der Verf. zeigt, besiegen, und auch an Anleitungen zu solchem Unterricht fehlt es nicht (z. B. des Verf. Programmabhandlung von 1909 „Das Schulfernrohr und was man damit sieht“). Den Schülern selbst überlassen kann man Beobachtungen an veränderlichen Sternen, Zeichnungen der Milchstraße, Aufnahmen mit der photographischen Camera, Beobachtungen von Sternschnuppen und Meteoriten. Für das physikalische Praktikum der Prima geeignet sind Durchmesserbestimmungen an der Sonne aus der Durchgangszeit (schon mit einer einfachen Taschenuhr, deren Schläge $\frac{1}{5}$ Sekunden geben), ferner

Orts- und Zeitbestimmung aus Sonnenhöhen, photometrische Messungen der Sonnenhelligkeit, spektralanalytische Beobachtungen, Verwertung selbst hergestellter photographischer Aufnahmen zur Messung der täglichen Bewegung der Sterne. Ergänzend muß hinzutreten die Lektüre geeigneter Schriften, und wenn möglich, Demonstrationsvorträge des Lehrers an der Hand moderner astrophotographischer Aufnahmen. —

In betreff einer Neuordnung des Unterrichts schließt sich der Verf. der Forderung von Gnaun an, den Unterricht in der mathematischen Erdkunde gleichmäßig auf die Klassen der Unterstufe bis Sekunda zu verteilen, um so langsam von Beobachtung zu Beobachtung fortschreiten zu können (ähnlich Münch auf der 19. westfälischen Direktorenkonferenz). Auch hier gilt die Forderung: „Fort mit verfrühter Dogmatik, mit auswendig gelernten Abstraktionen; erst die Oberstufe lerne abstrahieren und deduzieren.“ Für die Oberstufe allerdings scheint es bis jetzt an durchgreifenden Reformvorschlägen zu fehlen. Der Verf. hat den Mut zu fordern, daß der Astronomie eine Stunde für sich zugewiesen werde, mindestens auf der Prima der Realanstalten; und zwar genüge es, wenn es gestattet werde, auf der Prima abwechselnd eine Stunde der Mathematik und Physik zu einer methodischen Behandlung der Astronomie und Astrophysik zu verwenden. Diese Stunde müsse so liegen, daß sie jederzeit zu Beobachtungen auf den Abend verlegt werden bzw. ausfallen kann, wenn vorher ein astronomischer Beobachtungsabend geglückt ist.

In der Hauptsache allerdings liegt die Änderung der Methode bei dem Lehrer selbst; hierfür gibt nun der Verf. noch eine Reihe von dankenswerten Anregungen besonders für die Oberstufe. Er verwirft (unseres Erachtens doch mit Unrecht) die drehbaren Sternkarten und empfiehlt an deren Stelle die Karten, die in den meisten Atlanten zu finden sind, und auf denen allerdings die Figuren der Sternbilder störend sind. Für die Oberstufe rät er zur Anschaffung eines Sternatlas für die Bibliothek; Schurigs von Götz neu herausgegebener Atlas reicht bis zu Sternen 6 Größe und kostet 3 M; auch Ruschs Bändchen Himmelsbeobachtungen mit bloßem Auge (bei B. G. Teubner) bringt eine photographisch reproduzierte Sternkarte. Für genaue Messungen benötigt man eines Sternverzeichnisses und der Ephemeriden (Kalender der Wiener Sternwarte, Nautical Almanac, Annuaire du Bureau des longitudes).

Von Apparaten ist an erster Stelle ein Sextant als Universalinstrument für alle astronomischen Messungen erforderlich (bei Heele in Berlin für 80 M). Als Uhr genügt ein guter Regulator, in den allenfalls ein Rieflersches Pendel (70 M) eingebaut sein kann. Zur Festhaltung der absoluten Zeit ist nach der Methode von Olbers das Verschwinden eines Sterns an einer senkrechten entfernten Wand (im Fernrohr beobachtet) zu benutzen. Das Schulfernrohr braucht nicht besonders groß zu sein, aber wünschenswert ist, daß es parallaktisch montiert und durch ein Uhrwerk getrieben ist. Es muß mit einem Kreis- und Kreuzmikrometer versehen sein, d. h. Glasplatten mit eingeritzten Kreisen bzw. einem Kreuz, die zu Orts- und Durchmesserbeobachtungen zu dienen haben. Für Spektralbeobachtungen ist ein Spaltspetroskop mit Kollimatorlinse, aber ohne Fernrohr erforderlich. Statt der Benutzung der Blendgläser, die manche Unzuträglichkeiten haben, empfiehlt der Verf. die Projektion der Sonne in einem sonst möglichst verdunkelten Zimmer; diese Methode macht selbst das feinste Detail der Sonne sichtbar.

Die Anschaffungskosten der Instrumente, abgesehen vom Gebäude, schlägt der Verf. auf mindestens 4000 M an (Fernrohr mit Zubehör und parallaktisch regulierter Aufstellung 2500 M, Spektroskop, photographische Camera, Mikrometer 1000 M, Uhr 150 M, kleinere Fernrohre zu Meßzwecken 200 M, Sextant und ähnliches 150 M); für den doppelten Betrag würde sich schon etwas Hervorragendes beschaffen lassen. Es ist auch nicht nötig, daß jede Schule eine solche Einrichtung besitzt. In Städten, die mehrere höhere Schulen haben, könnte ganz gut eine gemeinsame Schulsternwarte errichtet werden, die allen Anstalten zur Verfügung steht. Die Verwaltung wäre einem dazu geeigneten Lehrer zu übertragen, der in der nächsten Nähe zu wohnen hätte und für den Zeitverlust durch Entlastung um etwa zwei Wochenstunden zu entschädigen wäre. Der Verwalter hat alle Beobachtungen vorzubereiten und zu leiten, gemeinschaftlich mit den Lehrern, die mit ihren Klassen die Sternwarte aufsuchen. Es sind ohnehin zwei oder mehr Lehrer nötig, sobald eine größere Zahl von Schülern vorhanden ist. Nach Ansicht des Verf. könnten selbst 60 bis 80 Schüler in vier Gruppen von je 15–20 gleichzeitig beschäftigt werden. Die eine Gruppe hätte etwa am Hauptfernrohr den Mond und einen Planeten zu beobachten, die zweite mit einem

Sextanten Abstände und Höhen von Sternen zu messen, die dritte Mikrometerbeobachtungen an einem kleinen Fernrohr zu machen, die vierte Zeitbestimmungen vorzunehmen. Nach je $\frac{1}{2}$ Stunde tauschen die Gruppen, so

daß in zwei Stunden die Übungen von allen Gruppen durchgemacht sind. Die Vorzüge einer solchen Einrichtung weiß der Verf. in so helles Licht zu setzen, daß man ihnen nur baldige Verwirklichung wünschen kann.

P.

5. Technik und mechanische Praxis.

Die Verwertung des Luftstickstoffes mit Hilfe des elektrischen Flammenbogens.¹⁾ Es ist eine altbekannte Tatsache, daß die Erträge von Ackerland durch Düngung stark vergrößert werden, und daß Stickstoff enthaltende Düngemittel besonders wertvoll und

auch Stoffe zugeführt, welche durch ihre allmähliche Anhäufung schließlich schädlich wirken können. Wesentlich günstiger ist die Verwendung von Guano (Vogel excrementen), besonders aber von Salpeter, den man seit 1830 in großen Mengen aus Südamerika (Tarapaca in Nordchile) einführt; diese Salpeterlager nähern sich aber bedenklich ihrer Erschöpfung, während der Verbrauch an Düngemitteln in starkem Wachsen ist, wie nachstehende Tabelle zeigt:

Jahr	Ausfuhr in t zu 1000 kg
1830	935
1840	11300
1860	68000
1870	182000
1890	1025000
1905	1500000

Man hat nun gefunden, daß sich mit Hilfe der Elektrizität der in Massen vorhandene Stickstoff der Luft an geeignete Materialien binden läßt und dabei Produkte ergibt, welche sich als Dünger verwenden lassen. Die ersten bezüglichen Versuche machten MARGUERITE & SOURDEVAL sowie der Engländer MOND, welche bei sehr hoher Temperatur Stickstoff über ein Gemisch von Kohle und Alkalien bzw. alkalischen Erden leiteten. Hieran anknüpfend, gelang es im Jahre 1895 FRANK und CARO, ein Verfahren zur Bindung von Luftstickstoff durch Carbide auszuarbeiten; das dabei entstehende „Calciumcyanamid“

(„Kalkstickstoff“), welches 20% N, d. h. ebensoviel wie schwefelsaures Ammoniak, enthält, ergab bei 1901 bzw. 1902 von WAGNER in Darmstadt und GERLACH in Posen unternehmenen Düngeversuchen völlig zufriedenstellende Ergebnisse. Die Zusammensetzung dieses Körpers ist:

20 + 21% N, 40 + 42% Ca, 17 + 18% C
nebst Spuren von Ton, Kieselsäure, Phosphorsäure usw. Da nun Guano

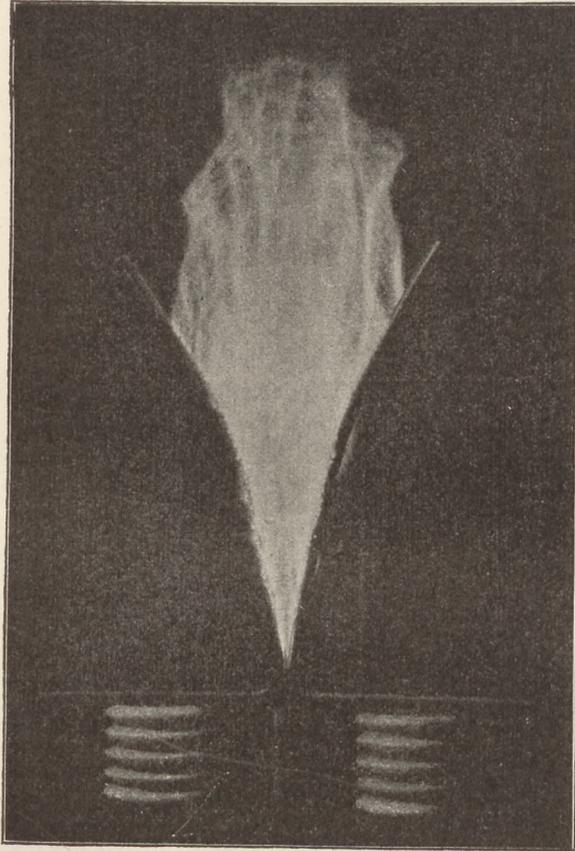


Fig. 1.

wichtig sind. Ein solches Mittel ist nun der tierische Dung (Tierfäkalien, Jauche). Wendet man solche „natürlichen“ Düngemittel an, dann werden jedoch dem Boden als Ballast

¹⁾ Nach der gleichnamigen Schrift von J. Zenneck. Leipzig, S. Hirzel, 1911. 29 S., 29 Abb. Im vorliegenden Aufsätze sind daneben auch noch einige andere Quellen benutzt; s. d. bezügl. Ang.

10% N, 8% Phosphorsäure, 3% Kali
enthält, so kann man in folgender Mischung:
50 Teile Kalkstickstoff, 40 Teile Thomasmehl,
10 Teile 30proz. Kalisalz

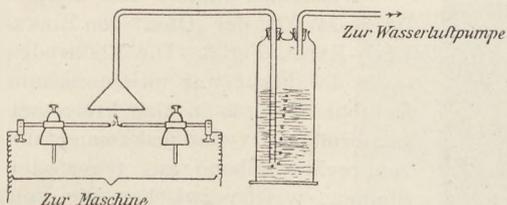


Fig. 2.

ein ihm im Effekt und in der Zusammensetzung ähnliches Gemisch, sozusagen „künstlichen Guano“, erzeugen.

Die erwähnte Stickstoffbindung erfolgt nun in besonders vorteilhafter Weise mit Hilfe des elektrischen Lichtbogens, und je mehr sich einerseits die bekannten Salpeterlager der Erschöpfung nähern, je größer andererseits der Verbrauch an Düngemitteln wird infolge zunehmender Inkulturnahme von Ödländereien, und je weiter man in der Ausnutzung von Wasserkraften zur Erzeugung elektrischer Energie fortschritt, um so eingehender beschäftigte man sich mit dem „Problem der direkten Bindung des Atmosphärenstickstoffes“. —

Die Tatsache, daß man in der Nachbarschaft ausgedehnter elektrischer Entladungen, also solcher hoher Spannung, bei denen eine längere Luftstrecke zu durchbrechen ist, Oxydationsstufen des Stickstoffes nachweisen kann²⁾, läßt darauf schließen, daß man den Lichtbogen selbst zur Erzeugung solcher Verbindungen verwenden kann³⁾. — Nach CROOKES sollte man am Niagara für 100 M mittels 20000 P.S. 1000 kg Natronsalpeter erzeugen können. Im Jahre 1902 wurde dann auch eine Gesellschaft gegründet, welche folgendes, von BRADLEY & LOVEJOY herrührende Verfahren

²⁾ Vgl. W. B. v. Czudnochowski, Verhandl. d. dtsh. physikal. Ges. 5, 171 ÷ 173, besonders 172, 1903.

³⁾ Vgl. E. Rasch, Dinglers Polytechn. Journal 318, H. 17, 1903.

anwendete⁴⁾. Atmosphärenluft wurde durch einen Behälter gesaugt, in welchem 23 an einer gemeinsamen Achse angebrachte sechsstrahlige Kontaktsterne mit 500 Umläufen pro Minute sich bewegen, was gleichzeitig jedesmal 6×23 , pro Umdrehung $6 \times 23 \times 6$, in der Minute also $6 \times 23 \times 6 \times 500 = 414000$ Lichtbögen ergibt. Der Kraftbedarf beträgt dabei rund 1 P.S. (reichlich), das Luftaufnahmevermögen des Apparates 19,5 cbm pro Stunde, die Ausbeute etwa $2\frac{1}{2} \div 3\%$ entsprechend ~ 640 g Stickstoffoxyde; die Erfinder gaben seinerzeit den Kraftbedarf für 1 amerikan. Pfund = 454 g HNO_3 zu 7 elektrischen Pferdestärkenstunden an (theoretisch).

Auf gleichen Grundsätzen beruht das Verfahren von PAULING, welches von der SALPETER-SÄURE-INDUSTRIE-GES. GELSENKIRCHEN verwendet wird; hier werden Lichtbögen benutzt,

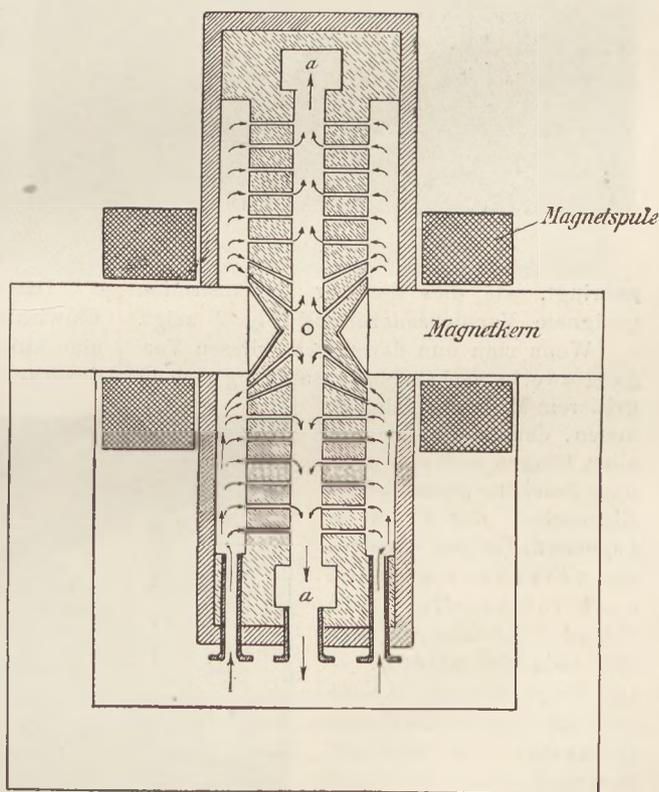


Fig. 3.

wie man sie mittels des bekannten SIEMENSschen „Hörnerblitzableiters“ erhält, Fig. 1⁵⁾;

⁴⁾ Elektrische Gewinnung von Stickstoffverbindungen aus der atmosphärischen Luft. Elektrochem. Zeitschr. 10, 110 ÷ 113, 1903 (ill.).

⁵⁾ Vgl. diese Zeitschr. 16, S. 241, Fig. 2, und S. 243, Fig. 3, 1903.

denn es leuchtet ein, daß man ein an solchen Stickstoffverbindungen reiches, ein sog. „nitroses Gas“ erhält, wenn man nahe dem Lichtbogen geeignete Auffangevorrichtungen

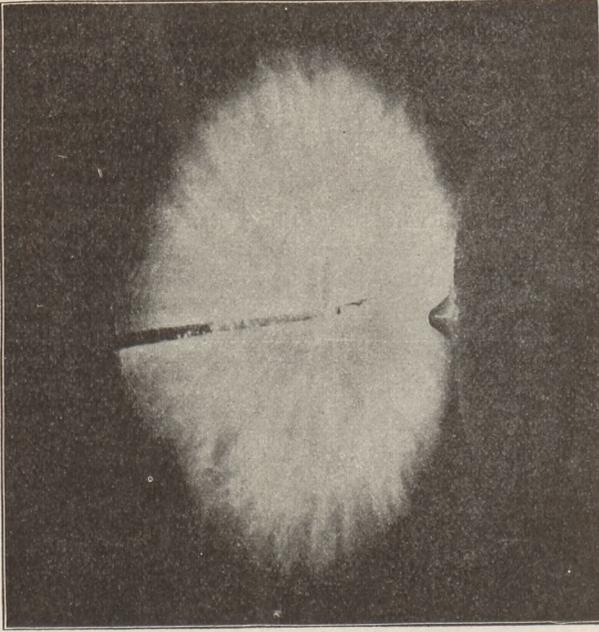


Fig. 4.

anbringt, wie dies die zur Demonstration geeignete Versuchsanordnung Fig. 2 zeigt.

Wenn man nun daran geht, diesen Vorgang zwecks praktischer Ausnutzung sich in größerem Maße abspielen zu lassen, dann muß man vor allen Dingen auf eine sehr unangenehme „saturnische“ Eigenschaft der Flammenbogenentladungen achten: sie zersetzen nämlich auch Stickstoffoxyd in N und O ebensogut wie sie solches bilden! — Die Folge hiervon ist, daß man als Endprodukt ein Gemenge von Stickstoff, Sauerstoff und Stickstoffoxyd erhält, und es ergibt sich die Notwendigkeit, diese Rückzersetzung zu verhindern.

Leider schwebt über dem Mechanismus der sich hierbei abspielenden Vorgänge noch ziemliches Dunkel. Gleichwohl ist es gelungen, ihrer in einer praktisch nutzbaren Weise Herr zu werden.

Die Anordnung nach Fig. 2 ist von PAULING weiter ausgebildet, dessen Ofentype, wie oben gesagt, von der SALPETERSÄURE-INDUSTRIE-GES. GELSENKIRCHEN verwendet wird. —

Wesentlich anders und äußerst interessant ist der „Ofen“ von BIRKELAND-EYDE, Fig. 3. Die Elektroden — in der Figur nur im Querschnitt sichtbar — ragen in eine kreisscheibenförmige „Oxydationskammer“ mit senkrechter Ebene aus feuerfesten Steinen, welche zwischen die Pole eines großen kräftigen Elektromagneten eingebaut ist; die Luft wird durch Bohrungen zwischen den Steinen zugeführt, während die Ableitung der nitrosen Gase an der Peripherie (bei a) erfolgt. Der Lichtbogen wird hierdurch deformiert und nimmt, da er von Wechselstrom gespeist wird, Kreisscheibenform an, Fig. 4, so daß er die flache Kammer zum größten Teile ausfüllt, indem er während der einen Halbperiode aufwärts, während der nächsten abwärts abgelenkt wird. Die Außenansicht einer „Batterie“ solcher Öfen für je 1000 Kilowatt, entsprechend etwa rund 1300 P.S., zeigt Fig. 5.

Das wichtigste Moment ist nun, daß die Einwirkung des Bogens auf die Luft nur eine kurzdauernde, augenblickliche ist. Dies bewirken BIRKELAND & EYDE, indem sie

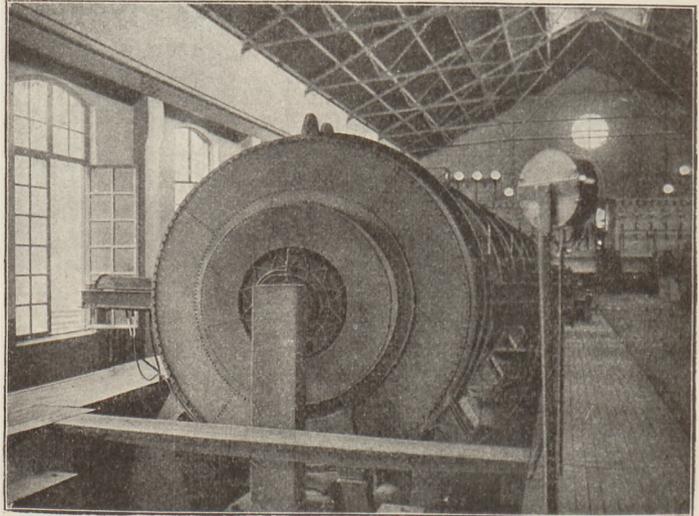


Fig. 5.

den Bogen das Luftquantum nur durch- „schlagen“ lassen: Die Entladung zuckt in schnellem Wechsel von den Elektroden ab-

wechselnd nach rechts und links; in anderer Weise wird der gleiche Zweck von BRION & MOSICKI durch Anwendung zweier konaxialer Elektroden in einem nahezu konaxialen Magnetfeld erreicht, wodurch sie einen äußerst schnell um die innere Elektrode rotierenden Lichtbogen erhalten, nach dessen Passieren die Gase sofort in eine Kühlkammer geleitet werden zwecks Verhinderung der Rückzersetzung. Dieser Lichtbogen rotiert so rasch, daß die ganze von ihm beschriebene Fläche leuchtend erscheint: Fig. 6.

Eine wesentlich andere Anordnung verwendet die BADISCHE ANILIN & SODA-FABRIK in Ludwigshafen. Hier wird nur ein sehr langer Lichtbogen in einem verhältnismäßig engen Rohre benutzt, dem die Luft mittelst eines Gebläses tangential am Boden zugeführt wird, so daß sich Luftwirbel bilden und somit eine sehr innige Berührung zwischen der zugeführten Luft und den Bogen gasen bewirkt wird. Es werden sich hierbei die kühleren Gase als die schwereren infolge von Zentrifugalwirkung außen ansammeln, während die heißen als die leichten im Innersten bleiben; man kann infolgedessen den Versuch unter Aufwand von reichlich 10 P.S. in einem einige cm weiten Glasrohre von ~ 70 cm Länge vornehmen! — Um einen solchen für die Verwendung im

Elektrode und Ofenwand her, worauf der Lichtbogen bzw. seine andere Ansatzstelle von selbst zur anderen Elektrode emporklettert. — Die Gesamtanordnung in einer

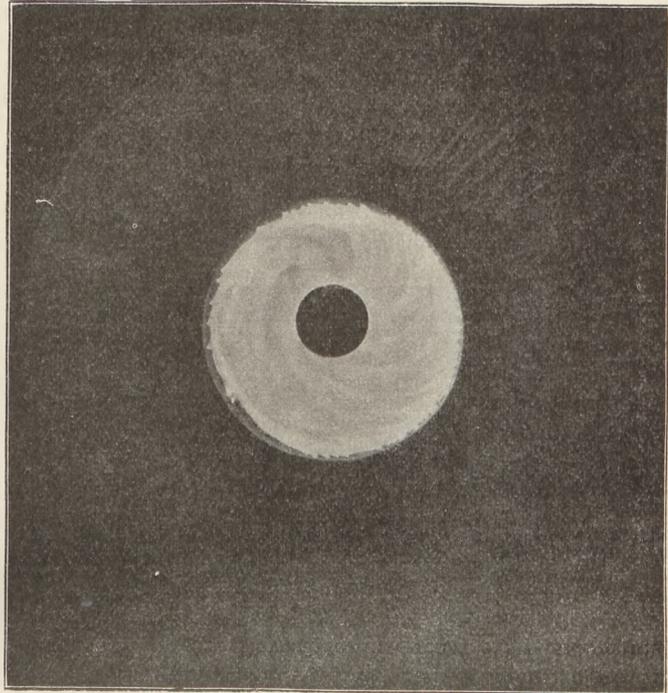


Fig. 6.

für Vorlesungszwecke geeigneten Form zeigt Fig. 7. Die Luft wird der Anlage durch ein Gebläse zugeführt (in Wirklichkeit durch einen

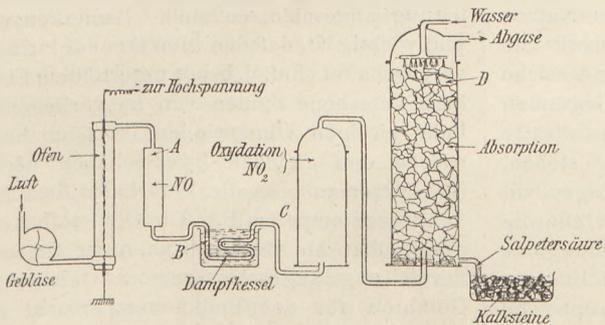


Fig. 7.

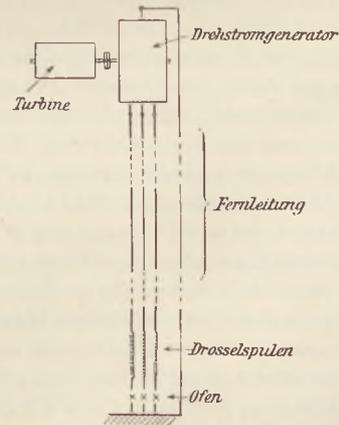


Fig. 8.

großen aus Eisen hergestellten Ofen zu „zünden“, bedient man sich eines „Zündholzes“, d. h. man stellt durch einen an einem Holzstäbchen befestigten Draht eine augenblickliche leitende Verbindung zwischen unterer

mächtigen Turbokompressor, der 2000 cbm Luft pro Stunde fördert; sie kommt dann sofort in den elektrischen Ofen; die dort gebildeten nitrosen Gase, deren Temperatur beim technischen Prozeß 800–1000° beträgt,

geben ihre überschüssige Wärme an einen Dampfkessel ab und gelangen von da in die Oxydationskammer, wo die Umwandlung des Stickstoffoxydes zu Stickstoffdioxid durch den Sauerstoff der unverändert mit durchgegangenen Luft sich vollendet. Im nächsten Stadium kommen die Gase mit Wasser in Berührung und bilden Salpetersäure, die schließlich in salpetersaures Calcium übergeführt wird. Beim Großbetriebe ist die Länge des völlig stabilen Bogens, gleich der Rohrlänge, allein durch die Spannung bestimmt.

Zum Betriebe einer Anzahl solcher Öfen, wie sie eine fabrikmäßige Ausnutzung er-

Maschinenhaus und die unmittelbare Kupplung mit der Dynamomaschine ermöglicht wird⁷⁾. Die Wasserzuführung geschieht durch gewaltige Rohrstränge, welche unmittelbar an den Turbinen endigen, mit denen gewaltige Dynamomaschinen gekuppelt sind; deren Gesamtkraftbedarf soll in der Anlage am Svaelgfos (250 m Gefälle!!) im „ersten Ausbau“ gleich Hälfte der projektierten Gesamtanlage 125000 P.S. betragen. Die verwendeten Dynamomaschinen sind Dreiphasengeneratoren, welche in der in Fig. 8 dargestellten Weise auf die „Öfen“ geschaltet sind. Es ist dabei die sog. „Sternschaltung“ verwendet, bei welcher

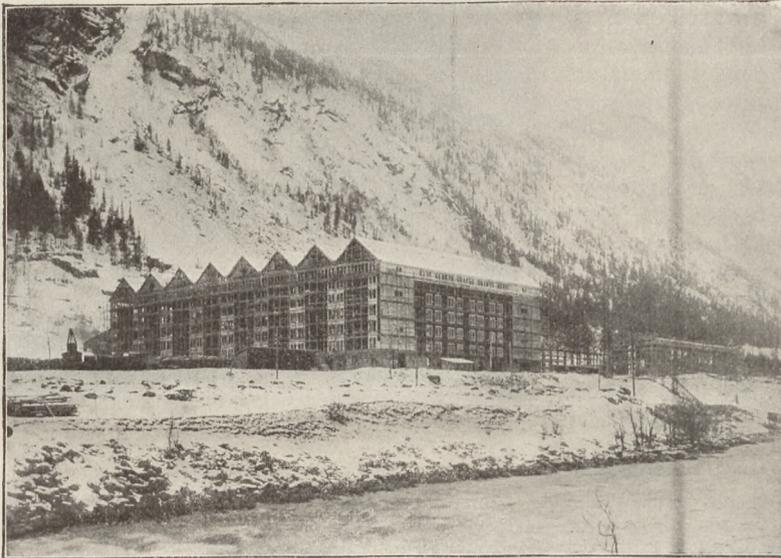


Fig. 9.

fordert, sind nun sehr erhebliche Energiemengen nötig, und diese müssen billig zu beschaffen sein, wenn ein wirklicher Nutzen erzielt werden soll; weil nun Wasserkräfte am billigsten Energie liefern, so sind solche Fabriken in gewissem Sinne an Gegenden gebunden, in welchen reichlich Wasserkräfte noch unausgenutzt zur Verfügung stehen, und das trifft besonders auf Norwegen zu, wo zahlreiche, oft mächtige Wasserfälle die Gegenden beleben. Die Nutzbarmachung der in diesen steckenden mechanischen Energie geschieht in Turbinen, in der Hauptsache geeignet eingekapselte Räder mit gekrümmten Schaufeln, auf welche das Wasser beim Hindurchströmen einen starken einseitigen Druck ausübt. Man kann Leit- und Laufrad ineinander bauen („Radialturbinen“) und die Achse wagerecht legen, wodurch dann die „trockene“ Aufstellung im

die drei Phasenwickelungen je mit einem Pol an Erde, mit dem anderen an je eine Fernleitung angeschlossen sind. Bemerkenswert und wichtig ist, daß den Öfen Drosselspulen vorgeschaltet sind, d. h. mit unterteiltem Eisenkern versehene Spulen von im vorliegenden Falle riesigen Dimensionen ($\sim 2,5$ m hoch), welche den gleichen Zweck haben wie in Gleichstromanlagen die Vorschaltwiderstände (bei Bogenlampen z. B.). Die Öfen selbst sind unmittelbar an die Hochspannung führende Fernleitung angeschlossen, was mit großen Gefahren für das Bedienungspersonal ver-

⁷⁾ Vgl. diese Zeitschr. 16, S. 242, 1903. — Ausführliches über den Gegenstand s. u. a. in: ESCHER, Theorie der Wasserturbinen (Berlin, Springer, 1908); ferner in Drucksachen der Firma BRIGGLEB HANSEN & CO., Turbinenfabrik („Hansenwerk“) in Gotha.

knüpft ist, da es sich um Spannungen von 4000 Volt (effektiv) handelt, mittels deren man 8 m lange stabile Lichtbögen erhält.

Man hat dann ferner mit dem Auftreten von in jeder Hinsicht unangenehmen sog. „Überspannungen“ zu rechnen, d. h. durch Selbstinduktion veranlaßte Spannungen infolge der starken und unvermeidlichen Stromstärke-schwankungen. Diese Überspannungen lassen sich durch besondere Schutzvorrichtungen, „Überspannungssicherungen“, unschädlich machen; die beschriebenen Öfen der BADISCHEN ANILIN- & SODA-FABRIK sind in dieser Hinsicht insofern günstig, als Unregelmäßigkeiten an den Elektroden sich wegen der großen Bogenlänge wenig fühlbar machen können. —

Den größten Raum beanspruchen bei diesen dem in Fig. 7 dargestellten Schema entsprechenden Einrichtungen die Absorptionsräume, zu deren Aufnahme riesige Absorptionshäuser, wie z. B. das in Saaheim, Fig. 9, gebaut sind, welche das am meisten in die Augen fallende und charakteristischste der neuen Industrie sind. In ihren gewaltigen Abmessungen treten sie schon von weitem mächtig hervor, wenn man sich einer solchen „Säure-

fabrik“ nähert. Auch bei der Demonstrationseinrichtung ist der Absorptionsturm derjenige Bestandteil, welcher den weitaus größten Raum beansprucht. —

Es sind bis jetzt in Norwegen vorhanden: eine Versuchsfabrik in Kristianssand, die Salpeterfabrik in Notodden, die Säurefabrik Svälgefös bzw. Linfos, ferner im Bau die zunächst auf 125000 P. S. berechnete Anlage am Rjukan. Angesichts der eingangs erwähnten Umstände dürften infolge steigenden Bedarfs wohl in Kürze noch weitere derartige „Stickstofffabriken“ folgen. Vergegenwärtigen wir uns noch einmal das Gesagte, so ist einleuchtend, daß wir es hier mit einem ganz hervorragenden Beispiel für die Vorteile einer rationellen Ausnutzung der Naturkräfte zu tun haben, indem wir Mittel und Wege gefunden haben, unter geschickter Verwendung ihrer Kräfte uns gewissermaßen gewaltsam das zu verschaffen, was die Natur uns gutwillig nicht in ausreichendem Maße geben will. Bezüglich ausführlicherer Darlegung des Gegenstandes muß auf die eingangs genannte interessante Schrift von ZENNECK verwiesen werden.

B. v. Cz.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Die Begriffe und Theorien der modernen Physik von J. B. Stallo. Nach der 3. Auflage des englischen Originals übersetzt und herausgegeben von Dr. Hans Kleinpeter. Mit einem Vorwort von Ernst Mach. 2. Auflage. Mit einem Porträt des Verfassers. Leipzig, Joh. Ambrosius Barth, 1911. 328 S. M 7, geb. M 8.

Das Erscheinen einer zweiten Auflage des Buches spricht für das wachsende Interesse, das man in Deutschland derartigen kritischen, in das Grenzgebiet zwischen Physik und Philosophie hineinreichenden Untersuchungen entgegenbringt. Das Schwergewicht des Buches liegt in den Kapiteln, die vom Verhältnis der Gedanken zu den Dingen und von Charakter und Ursprung der mechanischen Theorie handeln. Die kosmologischen und kosmogonischen Betrachtungen im letzten Teil des Buches sind vorwiegend durch den kritischen Standpunkt gegenüber der Nebularhypothese interessant. Welche Stellung man auch zu den erörterten Fragen einnehmen mag, man wird in dem Buch vielfältige Anregung finden.

P.

Der Wert der Wissenschaft. Von Henri Poincaré. Ins Deutsche übertragen von E. Weber. Mit Anmerkungen und Zusätzen von H. Weber und einem Bildnis des Verfassers. Zweite Auflage mit einem Vorwort des Verfassers. Leipzig, B. G. Teubner, 1910. 251 S. Geb. M 3,60.

Bemerkenswert an dieser neuen Auflage ist das Vorwort des Verfassers, das sich gegen gewisse Angriffe wendet, die von Gegnern der Wissenschaft ausgehen. Gegen den Vorwurf, daß die Erkenntnisse der Wissenschaft beständig wandelbar seien und daß, was heute Wahrheit sei, leicht schon morgen zum Irrtum werden könne, hebt Poincaré hervor, daß die bleibenden wissenschaftlichen Wahrheiten die Tatsachen sind. „Was sich ändert, ist die Sprache, in der diese Tatsachen ausgedrückt werden; diese Sprache ändert sich, weil auf jede alte Tatsache der Widerschein der neuen Tatsachen fällt.“ Auch dem Einwand, daß oft Erfindungen von Männern ohne große wissenschaftliche Bildung gemacht werden, weiß der Verfasser mit treffenden Bemerkungen zu begegnen. Und er findet schließlich in dem Vorhandensein der Technik den besten Beweis dafür, daß es sich in der Wissenschaft um mehr als bloße Träume handelt.

P.

The story of great inventions. By Elmer Ellsworth Burns, Chicago. With many illustrations. New York and London, Harper and Brothers, 1910. 249 S. Doll 1,75.

Das Buch will keine Geschichte der Erfindungen sein, sondern bietet biographischen und historischen Stoff aus der Geschichte der Erfindungen dar in einer Auswahl, die für die heranwachsende Jugend geeignet ist, und die auch bei deutschen Knaben Interesse erregen würde. Die Darstellung erstreckt sich von Archimedes bis zur drahtlosen Telegraphie; manches Anekdotenhafte ist eingestreut, nur das Prinzip der Erfindungen ist kurz auseinandergesetzt, von Einzelheiten Abstand genommen. Erwähnt seien aus der großen Zahl der Erfinder Faraday, Morse, Bell, Edison; auch die Luftschiffe und die Flugmaschinen fehlen nicht. Während deutsche Schriften ähnlicher Art mehr das Gedankliche berücksichtigen, ist es hier vorwiegend auf Beschäftigung und Anregung der Phantasie abgesehen. Illustrationen, die größtenteils den Originalwerken oder den neueren technischen Zeitschriften entnommen sind, dienen diesem Zwecke, trotz oft mangelhafter Ausführung, in vorzüglicher Weise. Wir können von dieser Art der Vorführung manches lernen. Eine Bearbeitung des Buches in deutscher Sprache, die freilich mehr als eine bloße Übersetzung sein müßte, wäre recht wünschenswert. *P.*

Lebenserinnerungen und Lebenshoffnungen. Von Prof. Wilhelm Foerster (1832–1910). Berlin, Georg Reimer, 1911. 251 S. Geb. M 7,—.

Für die Kinder und die Freunde des Verfassers, des früheren Direktors der Berliner Sternwarte, ist das Buch zunächst geschrieben, aber auch weiteren Kreisen wird es interessant und lehrreich sein, denn es enthält die Schilderung eines in mehr als einem Betracht vorbildlichen Lebens, das dem Dienste der Wissenschaft geweiht und zugleich den edelsten praktischen Zielen menschlicher Kultur zugewandt war. Diese schlichte Schilderung eines Gelehrtenlebens zieht je länger desto mehr den Leser in ihren Bann; er wird gefesselt von dieser wahrhaftigen, tief harmonischen Lebensführung und angeweht von dem Zauberhauch einer unermüdlichen, auf interhumane Verständigung gerichteten Tätigkeit. Es ist staunenswert, wie mannigfach die wissenschaftlichen Beziehungen sind, in die der Verf. im Laufe dieses langen gesegneten Lebens getreten ist, und an wie vielen Stellen er fördernd mitgewirkt hat. Mit der Schilderung dieses Wirkens wird das

Buch zugleich zu einem Dokument der wissenschaftlichen und humanitären Bestrebungen des letzten halben Jahrhunderts. Wir empfehlen die Lektüre des Buches den Fachgenossen und nicht zuletzt auch reiferen Schülern; möchte das Buch in zahlreichen Lesern die Begeisterung entzünden, von der es selbst erfüllt ist. *P.*

Die Physik des täglichen Lebens. Gemeinverständlich dargestellt von Leopold Pfaundler, Prof. an der Universität Graz. Mit 466 Abbildungen. Zweite vermehrte Auflage. Stuttgart und Leipzig, Deutsche Verlagsanstalt, 1906. 429 S. M 5,—.

Das vortreffliche Buch scheint lange nicht so bekannt zu sein, wie es verdient. Nur wer den Gegenstand so beherrscht, wie der weitbekannte Verfasser des großen Lehrbuchs der Physik, wird auch der populären Darstellung jene Klarheit zu geben vermögen, die das Merkmal der Meisterschaft ist. Wo man auch dies Buch aufschlägt, man wird finden, daß es überall leicht verständlich und anregend geschrieben ist, ohne auf den wissenschaftlichen Charakter zu verzichten. Wie ein guter Unterricht knüpft auch das Buch fortwährend an Beobachtungen des täglichen Lebens an und weiß von ihnen aus den Leser zu den eigentlichen physikalischen Problemen zu führen. Es sei besonders auch für Schülerbibliotheken und als Geschenk für reifere Schüler empfohlen. *P.*

Angewandte Photographie in Wissenschaft und Technik. Herausgegeben von K. W. Wolf-Czapek. I. Teil. Die Photographie im Dienste der anorganischen Wissenschaften. 100 Seiten, 37 Tafeln mit 124 Abbildungen. Berlin, Union, Deutsche Verlagsgesellschaft, Zweigniederlassung Berlin, 1911. Preis M 4,50.

Der erste des in vier Teile gegliederten Werkes umfaßt die Verwendung der Photographie in der Physik und Chemie (Dr. H. Becker, Berlin), Astronomie und Astrophysik (A. Hnatek, Wien), Meteorologie (Prof. Dr. R. Süring, Potsdam), Mineralogie und Geologie (Prof. Dr. G. Klemm, Darmstadt). Veranlassung zur Herausgabe war der Wunsch, das auf der internationalen photographischen Ausstellung in Dresden 1909 zusammengetragene Material weiterwirken zu lassen und gleichzeitig eine Zusammenstellung der vielfach in der Literatur zerstreuten Mitteilungen über neue Verwendungsweisen der Photographie zu bieten. Aus diesem sehr umfangreichen Material will das Werk nur eine Auswahl

des Besten bringen. Eine weitere Beschränkung brachte der Umstand mit sich, daß aus Rücksicht auf den Preis von farbigen Abbildungen abgesehen werden mußte. Aus der Physik und Chemie sind aufgenommen: Luftströmungen, Schallwellen, Klanganalysen von schwingender Membran und Flamme, fallende und aufschlagende Tropfen, Saitenschwingungen, stehende Lichtwellen, Zenkersche Blättchen, Newtonsche Ringe, Aufnahme mit wassergefüllter Lochkamera, elektrische Entladungen und Schwingungen, Spektrogramme, Solarisation, ultramikroskopische Momentaufnahmen und Metallographie. Sehr zu begrüßen ist es, daß der Text durchaus keine Nebenrolle spielt, sondern vielseitige und anregende Auskunft gibt. Die Bilder sind sämtlich in sehr sorgfältiger Rasterautotypie hergestellt, zum Teil freilich in zu kleinem Maßstab. Die Unzulänglichkeit dieses Reproduktionsverfahrens macht sich recht störend bemerkbar, wie auch von den Mitarbeitern des Heftes, besonders von Klemm, hervorgehoben wird. Da die leistungsfähigeren Verfahren im allgemeinen für Druckwerke zu teuer sind, ist man aber meist auf Autotypie angewiesen. Dadurch werden oft wertvolle Photogramme von der Veröffentlichung ausgeschlossen und die Verwendung der Photographie für wissenschaftliche Zwecke sehr behindert. Die von Klemm beklagte Abneigung der Paläontologen gegen Photogramme ist wohl durch diesen Umstand zu erklären. *W. Vn.*

Große Physiker, Bilder aus der Geschichte der Astronomie und Physik. Von Dir. Prof. Dr. Hans Keferstein in Hamburg. Für reife Schüler. Mit 12 Bildnissen auf Tafeln. — Band 4 von Dr. Bastian Schmidts naturwissenschaftlicher Schülerbibliothek. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1911. 233 S. M 3,—.

Der Verf. beginnt seine Einführung mit Helmholtz' Worten: „Wer einmal mit einem oder einigen Männern ersten Ranges in Berührung gekommen ist, dessen geistiger Maßstab ist für das Leben verändert; zugleich ist solche Berührung das Interessanteste, was das Leben bieten kann.“ Es ist leider eine oft beklagte Tatsache, daß im physikalischen und mehr noch im mathematischen Unterrichte unserer höheren Schulen die großen und bahnbrechenden Geister der Wissenschaft nur mit ihrem Namen, meist in Verbindung mit einem Gesetze, einer Hypothese, einer Formel oder Einheit vor den Schüler treten. Kommen dann noch ein paar Jahreszahlen und einige

nüchterne Notizen über den Lebensgang hinzu, so glaubt der Lehrer ein übriges getan zu haben, da ihm die knapp bemessene Zeit ein weiteres Eingehen auf den Werdegang des Genius selten gestattet. Und doch, wie wahr sind Helmholtz' Worte! Ich möchte sie dahin ergänzen, daß eine nähere Berührung mit Physikern und Mathematikern ersten Ranges auch zu dem Interessantesten gehört, was der Unterricht zu bieten vermag. Freilich kommt es sehr darauf an, wie Mitteilungen aus ihrer geistigen Werkstatt geboten werden. Kefersteins Büchlein kann hier als Muster dienen. Nicht als ob die hier zu findende Ausführlichkeit in den Unterricht zu verpflanzen wäre, — dazu gebricht es wohl überall an Zeit — aber die gediegene Art der Darstellung, ihre Frische und Lebendigkeit erscheinen ebenso vorbildlich wie das Geschick, mit dem Nebensächliches und „nur Biographisches“ vermieden ist. Das Titelblatt enthält den Vermerk: Für reife Schüler. Und es muß zugestanden werden, daß nur ein Schüler der obersten Stufe in den Geist der Darstellung mit Gewinn einzudringen vermag. Leichte Unterhaltungslektüre wird ihm nicht geboten. Er muß seine Schulphysik tüchtig beherrschen und den Drang in sich fühlen, sein Interesse für dieses Fach „durch Erzeugung einer persönlichen Anteilnahme an der wissenschaftlichen Forschung ihrer bedeutendsten Förderer zu tätiger Liebe zu steigern“. Dann allerdings wird ihm Keferstein ein ausgezeichnete Mentor sein, wie mir mit Begeisterung solche Schüler bestätigten, die sich das Buch auf meinen Rat angeschafft haben. Einige Abschnitte, insbesondere aus den Kapiteln Faraday, Robert Mayer und Helmholtz, eignen sich auch gut zum gelegentlichen Vortrage im Unterricht, wenn der Lehrer schwerere Stellen ergänzend erklärt.

Die Auswahl der Meister — es sind außer den Genannten noch Copernicus, Kepler, Galilei und Newton — kann gutgeheißen werden, wenngleich natürlich andere Sterne am Himmel der physikalischen Wissenschaft nicht minder hell strahlen. Vielleicht entschließt sich der Verf. zur Herausgabe einer zweiten Reihe, die mit demselben Danke begrüßt werden wird, wie die erste. Ein Lob muß zum Schluß noch den beigegebenen sehr guten Portraits gesendet werden. Außer den aufgezählten sieben Physikern sind noch Huygens, Kant, Laplace, Maxwell und Hertz im Bilde dargestellt. Schon daraus ersieht man, daß auch das Lebenswerk anderer

großer Physiker bei passender Gelegenheit mit gestreift wird.

Möge das in jeder Beziehung treffliche Buch unter unseren Primanern eine ebenso weite Verbreitung finden wie überhaupt unter solchen Gebildeten, die nicht nur für die Persönlichkeit hervorragender Dichter, Künstler, Staatsmänner und Heerführer Interesse haben, die vielmehr Kefersteins Ansicht teilen, daß auch die großen Physiker Helden sind, denen die Wege zum Olymp sich nachzuarbeiten des Schweißes wert ist.

Martin Gebhardt-Dresden.

Kurzes Lehrbuch der Radioaktivität. Von Dr. Paul Gruner, a. o. Prof. der theor. Physik an der Universität Bern. Mit 20 Figuren im Text. Bern, A. Franke, 1911. 119 S. M 2,50.

Das Buch ist eine zweite, erweiterte Auflage einer bereits vor 5 Jahren erschienenen wissenschaftlichen Beilage zum Programm des Freien Gymnasiums in Bern. Es gibt eine Einführung in das Studium der Radioaktivität und leitet, von elementaren physikalischen Vorgängen ausgehend, allmählich zu den schwierigeren Problemen der radioaktiven Umwandlungen über. In einem Literaturverzeichnis sind die wichtigsten Arbeiten über Radioaktivität von 1896 bis 1910 zusammengestellt. Die mathematische Theorie des radioaktiven Umwandlungsprozesses wird, wenn auch nicht ausführlich abgeleitet, so doch in ihren Resultaten mitgeteilt. So führt das Buch rasch in die radioaktiven Probleme hinein und dürfte Studierenden und solchen, die sich rasch über dieses Gebiet orientieren wollen, willkommen sein.

Schk.

Das Radium in der Biologie und Medizin. Von Prof. E. S. London, Leiter der pathologischen Abteilung am K. Institut für experimentelle Medizin zu St. Petersburg. Mit 20 Abbildungen im Text. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft, 1911. 199 S. M 6,—.

Während die vielen bisher erschienenen Lehrbücher der Radioaktivität von physikalischen oder chemischen Gesichtspunkten aus geschrieben wurden, sind hier zum ersten Male die physiologischen Wirkungen der Radiumstrahlen vom Standpunkt des Mediziners genauer behandelt worden. Das Werk ist weniger ein Lehrbuch als eine Zusammenstellung von Berichten, über die in das betreffende Gebiet fallenden Arbeiten, zu denen auch der Verf. selbst erhebliche Beiträge geliefert hat. Man erhält so eine gute Über-

sicht über die Beobachtungen, die über die Wirkung der Radiumstrahlen auf lebende Organismen und deren einzelne Gewebe gemacht wurden, und gewinnt einen Einblick in die Bedeutung der Strahlen als therapeutisches Agens. Das Buch dürfte in erster Linie für Biologen und praktische Ärzte von Interesse sein.

Schk.

Lehrbuch der Physik für Realschulen. Von E. Grimsehl, Direktor der Oberrealschule auf der Uhlenhorst in Hamburg. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1911. 269 S. M 2,60.

Während wir eine große Anzahl von Lehrbüchern der Physik für Vollanstalten besitzen, fehlt es immer noch an solchen für Realschulen. Meistens bieten diese, ebenso wie die Lehrbücher der Unterstufe, einen zu knappen Stoff für Schüler, die ihre Bildung mit der Realschule abschließen, mithin weitere physikalische Kenntnisse zu erwerben meist keine Gelegenheit mehr haben. Da füllt das Grimsehlsche Buch eine längst gefühlte Lücke aus. Die Darstellung ist in leicht verständlicher Form gehalten, die physikalischen Begriffe sind induktiv, oft aus bekannten Erscheinungen des gewöhnlichen Lebens heraus abgeleitet; eine mathematische Formulierung ist oft nur zum Schlusse beigelegt, so daß z. B. auch die Mechanik nach dieser Darstellung schon in der dritten Klasse der Realschule durchgenommen werden könnte. In der ersten Klasse wird es der Lehrer allerdings wohl vorziehen, die Gesetze mehr mathematisch zu entwickeln. Daß die Darstellung durchaus den modernen Anschauungen Rechnung trägt, ist nach der dem Leser dieser Zeitschrift bekannten Stellung des Verf. selbstverständlich. Die einzelnen Gebiete der Physik sind nicht ganz gleichmäßig behandelt. So kommt die Wärmelehre wohl etwas zu kurz; eine Beschreibung der noch so verbreiteten Fahrenheitteilung, einige Zahlen über Wärmeleitung, etwas mehr über Wärmestrahlung könnten wohl noch hinzugefügt werden. Dagegen sind die Kapitel über Optik und Elektrizität um so mehr ausgeführt. Gerade hier tritt der Unterschied zu anderen Lehrbüchern für Realschulen hervor, indem die optischen Instrumente, die Grundlagen der Elektrotechnik, die wichtigsten elektrischen Apparate und Maschinen recht eingehend besprochen werden. Und gerade allen diesen Gegenständen bringen die Schüler unserer Realschulen erfahrungsmäßig ganz besonderes Interesse entgegen. Eigenartig erscheint, daß die im Magnetfelde rotierenden

Anker (Doppel-T-, Ring-Trommelanker) zuerst als Motoren, dann erst als Erzeuger von Induktionsströmen behandelt werden. Hier wäre es vielleicht angebracht, den heute fast allein noch benutzten Trommelanker gegenüber den anderen mehr in den Vordergrund zu stellen und die Gesetze an ihm abzuleiten. — Im allgemeinen hat das Grimschelsche Buch so viele Vorzüge, daß es hoffentlich an vielen Realschulen eingeführt werden wird. *Schk.*

Biochemie. Ein Lehrbuch für Mediziner, Zoologen und Botaniker. Von Dr. F. Röhmann, Prof. a. d. Universität u. Vorsteher d. chem. Abt. d. Physiolog. Instituts zu Breslau. Mit 43 Fig. u. 1 Taf. Berlin, J. Springer, 1908. XVI u. 770 S. Geb. M 20,—.

Das Buch baut sich auf einem sehr glücklichen Grundgedanken auf. Indem es die wichtigsten Tatsachen der physiologischen Chemie — etwa das Material für die Hauptvorlesung des physiologischen Chemikers — darbietet, geht es ganz von dem Boden der organischen Chemie aus. Die Kenntnis der letzteren wird also nicht vorausgesetzt. Hierdurch treten die Tatsachen des Aufbaues und Abbaues der Verbindungen der organischen Chemie aufs eindringlichste in Wechselbeziehung zu den entsprechenden Vorgängen in den Organismen — es wächst die Biochemie gleichsam aus der organischen Chemie heraus. Auf diese Weise ergänzt auch der reiche Inhalt des Buches sowohl das Kolleg über organische Chemie nach der physiologischen Seite als das über Physiologie nach der chemischen Seite hin. Die Darstellung selbst vereinigt Übersichtlichkeit mit Gründlichkeit und gibt ein vorzügliches Bild von dem, was trotz der ungeheuren Schwierigkeiten auf dem Gebiete der physiologischen Vorgänge doch bereits erreicht ist. Daß die neueren Fortschritte, beispielsweise in der Eiweißforschung, berücksichtigt sind, braucht kaum besonders erwähnt zu werden. Vielleicht konnte im Sachregister außer Adrenalin auch noch das Stichwort Nebenniere aufgeführt sein, da wohl jeder, der über das erst neuerdings in seiner Wichtigkeit erkannte Absonderungsprodukt näheres wissen möchte, zuerst unter diesem Stichwort nachschlagen wird. Da das vielseitige Buch über die verschiedenartigsten physiologischen Fragen genauen Aufschluß gibt, kommt es außer für die obengenannten Fachkreise auch für den biologischen Unterricht der Oberstufe in Betracht. Für denjenigen, der bei einer einzelnen Sache — etwa beim Hämoglobin oder Gly-

kogen — einmal möglichst in die Tiefe gehen will, kann das empfehlenswerte Buch ausgezeichnete Dienste leisten. *O. Ohmann.*

Technik der anorganischen Experimentalchemie.

Anleitung zur Ausführung chemischer Experimente. Von Rudolf Arendt. 4. umgearbeitete und wesentlich vermehrte Aufl. von Dr. L. Doermer, Oberl. a. d. Oberrealsch. v. d. H. in Hamburg. Mit 1075 Abbild. Hamburg u. Leipzig, L. Voß, 1910. XXXVI u. 1011 S. M 24,—, geb. M 26,—.

Die Ausstellungen, die gelegentlich der Besprechung der vorigen Auflage in dieser Zeitschrift (*XIV, 189*) gemacht wurden, sind durch die Neubearbeitung zum größten Teile erledigt. So sind jetzt insbesondere die neueren physikalischen Theorien eingehend berücksichtigt und auch sonst eine größere Anzahl neuerer Unterrichtsversuche eingeflochten. Im ganzen hat die verdienstliche Arbeit R. Arendts durch die Neubearbeitung entschieden gewonnen. Auch die beschränkende Titeländerung — der frühere Titel war „Technik der Experimentalchemie“ — wird jeder für angemessen erachten. Von experimentellen Einzelheiten, deren Abstellung erwünscht wäre, seien folgende erwähnt. Zu dem bekannten Versuch der volumetrischen Zusammensetzung des Wasserdampfes wird noch immer der einst von A. W. v. Hofmann angegebene, unhandliche Apparat benutzt (S. 444), zu dem auch so außerordentlich große Quecksilbermengen erforderlich sind; die Ersetzung des langen geraden Rohres durch ein U-Rohr mit Abflußhahn — wodurch auch die Übereinstimmung des Druckes der eingeschlossenen Gasmenge mit dem momentanen Luftdruck sich viel leichter herstellen läßt — wäre zweckmäßiger gewesen. Bei den Ausführungen über die Sauerstoffbombe (S. 400) konnten noch etwas ausführlichere Gebrauchsanweisungen (Aufstellungsweise, langsames Andrehen des Ventils, Schutz vor dem Fall u. a.) gegeben sein. Um die Gewichtszunahme beim Verbrennen einer Kerze zu zeigen, wird wiederum zum Auffangen der Verbrennungsgase festes Natriumhydroxyd (nach V. Meyers Vorgänge) angewendet; es ist schon wiederholt, auch in dieser Zeitschrift, betont worden, daß, wenn der Versuch beweisend sein soll, die das Ätznatron enthaltende Vorrichtung auf beiden Seiten der Wage vorhanden sein muß, um die starke Hygroskopizität dieses Stoffes auszugleichen; am besten fällt daher die Figur auf S. 399 ganz fort; es sei denn, daß man mit der Vorrichtung zeigen will, wie rasch

auch ohne Entzünden der Kerze die Wage durch Wasserabsorption aus der Atmosphäre sinkt. — Doch das sind Dinge, die gegenüber dem Ganzen nur wenig ins Gewicht fallen. Das wertvolle Buch kann auch von denen mit Vorteil benutzt werden, die nicht Anhänger der Arendtschen Methodik sind. Auch jedem, der nur eine frühere Auflage des Buches besitzt, sei empfohlen, sich die neue, wesentlich verbesserte Ausgabe anzuschaffen. O.

Grundzüge der Chemie und Mineralogie. Von R. Arendt. 10. verbesserte u. vermehrte Aufl., bearbeitet von Dr. L. Doermer, Oberlehrer a. d. Oberrealschule v. d. H. in Hamburg. Mit 208 Abbild. u. 1 Buntdrucktafel. Hamburg u. Leipzig, L. Voß, 1910. XV u. 524 S. M 4,60.

Der Neuherausgeber der Grundzüge ist in anerkennenswerter Weise fortgesetzt bemüht, den Arendtschen Lehrgang weiter zu fördern und zu modernisieren. So ist insbesondere die neuere Theorie der Lösungen und die Ionentheorie in eigenen Kapiteln berücksichtigt worden. Die Darstellung in diesen Kapiteln ist geschickt und hält sich im ganzen in dem Umfange, wie die neueren Lehrbücher diese Abschnitte zu geben pflegen. Man kann aber nicht sagen, daß diese neuen Bestandteile sich gut in den Arendtschen Lehrgang einfügen; sie passen nicht recht in den alten Rahmen und dienen, so notwendig sie auch sind, insofern nicht dazu, die an sich schon nicht einfache Übersicht des Ganzen zu erhöhen. Vor allem aber treten sie etwas zu zu spät auf — es wird zuerst zu lange nur nach der Arendtschen Methodik gearbeitet. Man muß freilich berücksichtigen, daß der Neubearbeiter eines bewährten Buches in einer eigenartigen Lage ist: er soll konservativ und fortschrittlich zu gleicher Zeit sein. Wir sind aber überzeugt, daß, wenn Arendt jetzt noch lebte und bei vollen Kräften die neue Wandlung der Chemie mit durchgemacht hätte, er den neueren Anschauungen schon weit früher einen maßgebenden Einfluß auf den von ihm eingeschlagenen Lehrgang eingeräumt, ja, wahrscheinlich diesen ganz umgearbeitet hätte. Beiläufig nähert sich durch die jetzigen verschiedentlichen Erweiterungen das Buch in bedenklicher Weise jenen kompendiösen Lehrbüchern, in denen das Gebotene in einem gar zu argen Mißverhältnis steht zu dem, was sich wirklich im Unterrichte bewältigen läßt. Wenn der Herr Bearbeiter für diesen Arendtschen Lehrgang Ramsays „Moderne Chemie“ ins Feld führen will — um dem Einwand zu begegnen, daß der

Arendtsche Lehrgang veraltet sei —, so ist dies nur zum geringen Teil berechtigt. Wir hatten in dieser Zeitschrift (XIX, 322) beim Erscheinen von Ramsays „Moderne Chemie“ es als höchst bedeutsam bezeichnet, daß ein solcher Forscher in der Absicht, ein Bild von der modernen Chemie zu entwickeln, den Stoff nicht nach der üblichen Systematik, sondern nach bestimmten Körperklassen und Verbindungsgruppen ordnet, und wir hatten dabei auf Bestrebungen der neuen Methodik hingewiesen, wobei wir indessen die Arendtsche Methodik nicht im Auge hatten, da es sich hier im ganzen doch um andere Dinge handelt. Das Charakteristische des Arendtschen Lehrganges besteht darin, daß er nach Reaktionen geordnet ist. Arendts beibehaltenes Verdienst ist es gerade, daß er einen erfolgreichen Versuch gemacht hat, die bisherige Alleinherrschaft der Systematik zu durchbrechen; er wollte keineswegs eine andere Systematik an die Stelle der alten setzen. Wir halten deshalb auch den Ausdruck „die Arendtsche Systematik mit ihrer Einteilung nach Verbindungsgruppen“ (S. III) für nicht zutreffend und auch nicht im Sinne Arendts gewählt. — Auf Einzelheiten soll nicht eingegangen werden, nur sei erwähnt, daß bei dem Versuche, ein Gemenge von Kaliumchlorat und Schwefel durch Schlag zur Explosion zu bringen (S. 309), es nicht genügt, zu sagen: „Man mische etwa gleiche Teile gepulvertes Kaliumchlorat und Schwefelblume vorsichtig ...“, denn wenn sich jemand, um von dem Gemisch die „kleine Messerspitze voll“ öfters entnehmen zu können, einen gewissen Vorrat (etwa nur 1 Eßlöffel voll Kaliumchlorat) herstellen will und das Mischen in üblicher Weise im Porzellanmörser mit dem Reiber vornimmt, so kann er einen bösen Unfall erleiden. Es wäre erwünscht, wenn die in der „Technik“ richtig aufgeführte „Federfahne“ auch im Lehrbuch nicht fehlte. Es sei bei dieser Gelegenheit bemerkt, daß die in fast allen Lehrbüchern auftretenden, meist in Parenthese gesetzten Worte „Vorsicht“ und „vorsichtig“ am besten ganz fortfallen, da sie meist gar nichts besagen. Der Kundige braucht sie nicht, und für den Unkundigen reichen sie nicht aus. Dafür sollte immer in einer Klammer oder Anmerkung der Kern der Unfallmöglichkeit bzw. Unfallsvermeidung angedeutet werden, was sich meist durch ein Wort (im obigen Fall z. B. das Wort Federfahne) oder ganz wenige Worte bewirken läßt. O.

Leitfaden für den Unterricht in der Chemie und Mineralogie. Von R. Arendt. 11. Aufl., bearbeitet von Dr. L. Doermer. Mit 144 Abbild. u. 1 Buntdrucktafel. Hamburg u. Leipzig, L. Voß, 1909.

Da in der vorliegenden Ausgabe wesentliche Änderungen nicht vorgenommen, sondern nur eine Reihe zweckentsprechender Ergänzungen hinzugefügt wurde, so muß es genügen, auf die früheren Besprechungen in dieser Zeitschrift zu verweisen. (.)

Elementar-Physik mit Chemie für höhere Mädchenschulen. Unter besonderer Berücksichtigung der Lehrpläne vom 12. Dezember 1908 bearbeitet von Johann Kleiber, Reallehrer der städtischen Handelsschule in München, und Dr. Paul Siepert, Direktor der höheren Mädchenschule in Rixdorf bei Berlin. Teil I für die 3. Klasse. Mit 82 Figuren im Text. VI und 94 S. Geb. M 1,—. Teil II für die 2. Klasse. Mit 86 Figuren im Text. 92 S. Geb. M 1,—. Teil III für die 1. Klasse. Mit 94 Figuren im Text. 90 S. Geb. M 1,—. Berlin und München, R. Oldenbourg, 1909.

Experimental-Physik und Chemie für die Oberstufe der höheren Mädchenbildungsanstalten (Gymnasien, Realgymnasien, Oberrealschulen und Lyzeen). Unter besonderer Berücksichtigung der Lehrpläne vom 12. Dezember 1908 bearbeitet von denselben Verfassern. Mit 421 Figuren im Text und 1 Tafel. IX und 440 S. Geb. M 4,25. Berlin und München, R. Oldenbourg, 1910.

Was zunächst die Elementarphysik anbelangt, so ist mir in bezug auf die Verteilung des Stoffes aufgefallen, daß nach den Ausführungsbestimmungen vom 12. Dezember 1908 für die 1. Klasse der höheren Mädchenschule einiges aus der Chemie der Metalloide vorgesehen ist, während die Verf. in Teil III der Elementarphysik Metalloide und Metalle behandeln. Im übrigen gefällt mir die Gruppierung und die Auswahl des Stoffes gut, und seine Behandlung ist dem Verständnis der Schülerinnen angepaßt. Als besonders gelungen möchte ich den chemischen Teil für die 2. Klasse hervorheben. Er gibt den Lehrplänen gemäß chemische Unterweisungen im Anschluß an den botanischen und zoologischen Unterricht, welcher auf dieser Stufe das Wichtigste aus der Anatomie und Physiologie der Pflanzen, Tiere und vornehmlich des Menschen unter besonderer Berücksichtigung der Gesundheitslehre behandelt.

Im einzelnen ist einiges auszusetzen: Die zur Veranschaulichung der Maßeinheiten

dienenden Angaben, wie 1 dm ungefähr = Knöchelbreite der Hand, 1 cm = der halben Daumenbreite usw., werden wegen der zu großen Verschiedenheit der Hände besser fortfallen. Die Verf. sprechen von gleichförmig beschleunigter und gleichförmig verzögerter Bewegung. Mit Rücksicht auf die „gleichförmige“ Bewegung sind die Ausdrücke besser durch die üblichen „gleichmäßig beschleunigt“ und „gleichmäßig verzögert“ zu ersetzen. Die Beschreibung der Voß-Töplerschen Influenzmaschine wird gründlich zu revidieren sein. Daß die spezifische Wärme des Wassers die größte von allen sei, darf man auch den Schülerinnen auf der Mittelstufe nicht beibringen. Nach der Erklärung in Heft III sieht es so aus, als ob die Nernstlampe eine Vakuumlampe wäre. Etwas aus der Meteorologie ist auch für die Mittelstufe erwünscht. Eine Erklärung der Fremdwörter, etwa durch Fußnoten, wird vermißt.

Die Experimental-Physik und Chemie für die Oberstufe bietet namentlich, was den chemischen Teil angeht, viel, und man wird darauf bedacht sein müssen, das für die betreffende Schulgattung Passende auszuwählen. Vermißt habe ich etwas über die Intensität des Erdmagnetismus, insbesondere über die Horizontalintensität. Eine eingehendere Behandlung der Meteorologie wäre erwünscht gewesen. Vor allem sollten in der Meteorologie nicht nur Tatsachen angeführt, sondern in jedem Falle auch begründet werden. Die Bora kann man doch wohl nicht als einen italienischen Wind bezeichnen. In der Wärmelehre machen die Verf. keinen Unterschied zwischen spezifischer Wärme und Wärmekapazität. Bei der Behandlung der Geißlerschen Röhren muß gesagt werden, daß bei stärkerer Verdünnung nur der Öffnungsinduktionsstrom durch die Röhre hindurchgeht und man deshalb einen positiven und einen negativen Pol (Anode und Kathode) unterscheiden kann.

Von Einzelheiten abgesehen, repräsentiert sich auch die Oberstufe in günstigem Lichte. Das Verständnis für die aus mannigfachen Versuchen gewonnenen klaren Gesetze wird in geeignetem Falle durch Aufgaben gefördert. Gute Figuren und graphische Darstellungen unterstützen die Anschauung. In geschickter Weise führt die Mechanik in das absolute Maßsystem ein und bringt es in klare Beziehung zum technischen System. Kraft, Arbeit und Energieformen werden in greifbarer Weise behandelt. Praktisch erscheint mir der am Schluß der Physik gegebene

Rückblick, der insbesondere auf die Konstanz von Energie und Stoff hinweist. Das geschichtliche Moment ist nicht vernachlässigt, wengleich ich den aus dem Kleiber-Scheffler bekannten geschichtlichen Anhang vermissen. Am Schluß der Physik, wie auch am Schluß der Chemie findet sich eine Zusammenstellung von Schüleraufgaben. Da hinter jeder Aufgabe auf die für sie in Betracht kommenden Paragraphen des Lehrbuches verwiesen wird, so erscheinen sie geeignet, zur Wiederholung und Vertiefung des im Unterrichte Gewonnenen zu dienen.

Durch eine gründlichere Korrektur wäre mancher Druckfehler vermieden worden. Bei einer eventuellen Neuauflage wird der Ausdruck hier und da zu revidieren sein. Bildungen wie „zusammenaddiert“ müssen verschwinden.

Grabow-Neumünster.

Leitfaden der Naturlehre für Lyzeen (höhere Lehrerinnenseminare) nach den Ausführungsbestimmungen vom 18. August 1908 über die Neuordnung des höheren Mädchenschulwesens in Preußen. Unter Mitwirkung von Dr. Marie Gernet, Prof. Dr. Paul Schweden, Dr. Eduard Wrampelmeyer, Oberlehrer Julius Ziegler herausgegeben von Prof. Dr. Gustav Noodt. Leipzig und Berlin, Teubner, 1911. 478 S., geb. in 2 Bänden à 3,80 M.

Ein geschmackvoller Leineneinband ladet dazu ein, das Werk in die Hand zu nehmen. Das gute Papier und der klare Druck wirken angenehm. Unter den Figuren findet man bekannte Klischees wieder, die den im gleichen Verlage erschienenen Werken von Grimsehl und Wüllner entnommen sind. Die meisten Figuren sind indes neu und nach den Entwürfen des Herausgebers gezeichnet.

Wenn an einer Naturlehre von noch nicht 500 Seiten 5 Autoren gearbeitet haben, so ist das viel, und man steht der Einheitlichkeit des Werkes etwas skeptisch gegenüber. Und trotzdem der Herausgeber im Vorwort betont, daß die Mitarbeiter in steter Verbindung gewesen sind, so ist es doch unverkennbar, daß die einzelnen Abschnitte recht verschieden gut gelungen sind.

Mechanik, Optik, Akustik und Elektrizität sind sorgfältig bearbeitet und bieten viel Gutes. Auch der Abschnitt über mathematische Geographie ist wohl gelungen; er führt die Schülerinnen mit elementaren Hilfsmitteln in die Astronomie ein und regt sie zu eigenem Beobachten an.

In erfreulicher Weise ist im allgemeinen auf biologische Beziehungen hingewiesen

worden. In der Optik und der Akustik haben die menschlichen Sprach- und Gehörorgane und das Auge eine eingehende Behandlung erfahren. Von der graphischen Darstellung ist öfters Gebrauch gemacht, so in der Mechanik bei der Darstellung der Arbeit und der Zeichnung der Geschwindigkeitskurven. Daß auch die modernen Errungenschaften der Technik gebührend berücksichtigt worden sind, zeigt die Behandlung der Luftschiffahrt. Fehlen könnte vielleicht die eingehende Berechnung über den Regenbogen.

In der Wärmelehre vermißt man manches, so die Richmannsche Regel, das Blackische Gesetz, etwas über den Druck gesättigter Dämpfe und anderes. Auch das Boyle-Gay-Lussacsche Gesetz fehlt, trotzdem es später bei der Bestimmung der Dampfdichte angewandt wird. Manche Erklärungen, wie z. B. die des Luftthermometers, sind zu allgemein gehalten. Überhaupt vermeidet der Verf. jeden Formelausdruck und begnügt sich mit allgemeinen Erklärungen. Wenn es auch durchaus zu billigen ist, daß man umständliche mathematische Deduktionen umgeht, so können doch das Blackische Gesetz, die Zustandsgleichung der Gase usw. ohne Mühe abgeleitet und für den Unterricht, sei es für die üblichen Bestimmungen, z. B. der spezifischen Wärme von Körpern, sei es für Aufgaben, nutzbar gemacht werden.

Am wenigsten gelungen ist der chemische Teil. Es ist mir wegen des beschränkten Raumes nicht möglich, auf alles einzugehen; nur einiges sei herausgegriffen. Schon der Ausdruck ist nicht immer klar und präzise; die vielfache Verwendung des Wortes „nämlich“ wirkt unschön. Flexionsbildungen wie des Chlor und des Chrom sind nicht statthaft, zumal wenn man schon in einer der nächsten Reihen des Chlors und des Chroms liest. Orthographische Versehen, wie man sie auf Seite 288 und 289 wiederholt in dem Worte „Gährung“ findet, sollten bei der Korrektur herausgebracht worden sein, desgleichen das sachliche Versehen auf Seite 316, das die Luft zu $\frac{4}{5}$ aus Sauerstoff bestehen läßt, und die falsche Formel auf Seite 330 über den Zerfall des thioschwefelsauren Natriums. Einmal bezeichnet der Verf. FeS und später $CuFeS_2$ als Pyrit, beides ist unrichtig; ebenso hat der Chlorkalk nicht die Formel $HClO$. Ferner ist es in der Chemie nicht üblich, Säuren ohne Wasserstoff als Säurebildner zu bezeichnen. Wichtige Eigenschaften von Körpern sind ausgelassen, und nirgends sind die Eigenschaften in knapper Form zusammen-

gestellt. Wenn auch manche Übergänge zwischen Metalloiden und Metallen vorhanden sind, so empfiehlt es sich doch, die Einteilung der anorganischen Chemie in diese Gruppen

beizubehalten und auch äußerlich durch Abschnitte zu kennzeichnen. Von dem logischen Aufbau der organischen Chemie hat der Verf. wenig Gebrauch gemacht.

Grabow-Neumünster.

Versammlungen und Vereine.

Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts.

XX. Hauptversammlung zu Münster i. W.

vom 5. bis 8. Juni 1911.

Nach begrüßenden Ansprachen der Herren Geh.-Rat Prof. Killig und Oberregierungsrat Peters sprach Geh.-Rat Prof. Klein-Göttlingen über „aktuelle Probleme der Lehrerbildung“ und behandelte darin vorwiegend die Frage der Ausbildung der Mittelschullehrer. Er empfahl Vorkurse für Volksschullehrer, um diese zu befähigen, die Anfangsvorlesungen an der Universität mit wirklichem Erfolg zu hören. Die Versammlung faßte im Anschlusse an eine eingehende Diskussion des Vortrags die folgende Resolution: „Die XX. Hauptversammlung . . . hat mit großem Interesse von dem Vortrage des Herrn Geh.-Rat Prof. Dr. Klein Kenntnis genommen. Da die gegebenen Anregungen die größte Beachtung seitens des Vereins verdienen, so empfiehlt die Versammlung den Mitgliedern des Vereins bereitwilligst an der Lösung dieser Fragen mitzuarbeiten, falls die Aufforderung dazu an sie herantritt.“

Herr Prof. Becher-Münster sprach über „Materie und Gedächtnis“ und legte insbesondere die Schwierigkeiten dar, die der Hypothese materieller Spuren der Erinnerungsbilder im Gehirn entgegenstehen. — Herr Prof. Dehne-Kiel begründete eine neue Definition des Begriffs „Inhalt“ und durch diesen des Begriffs „Länge“ eines Kurvenstücks. —

Herr Prof. Walter Schmidt-Düren sprach über „Vertiefung oder sogenannte allgemeine Bildung“ und forderte strenge Scheidung der Oberklassen in eine sprachlich-historische und eine mathematisch-naturwissenschaftliche Abteilung. In der Diskussion wurden manche zu weitgehende Vorwürfe des Redners gegen den heutigen Schulbetrieb zurückgewiesen, andererseits besonders betont, daß die mit den Oberrealschulen begonnene Teilung der Schulen nach den verschiedenen Begabungen als erheblicher Fortschritt aufzufassen sei.

In den Abteilungssitzungen sprachen: Herr Prof. Plabmann über den heutigen

Stand unsrer Kenntnisse vom Lichtwechsel der Fixsterne; Herr Prof. v. Lilienthal über stärkere Berücksichtigung der politischen Arithmetik im mathematischen Unterricht; Herr Prof. Gebhardt-Dresden gab eine sehr interessante Demonstration zur Sichtbarmachung der Schallwellen nach Töplers Schlierenmethode. — Herr Prof. Konen hielt einen Demonstrationsvortrag über einige Probleme und Ergebnisse der Spektroskopie, Herr Prof. Thiel einen solchen über Illustrationen zur chemischen Mechanik. — Herr Dr. Seddig-Frankfurt a. M. demonstrierte sein neues empfindliches Bolometer und andere Apparate. — Herr Dr. P. Krüß-Hamburg führte die neue Universallampe nach Classen vor.

Im Rathause fand am 6. Juni abends ein feierlicher Empfang von seiten der Stadtverwaltung statt; an den Nachmittagen wurden Besichtigungen vorgenommen; den Abschluß bildeten am 8. Juni zwei Exkursionen, eine technische nach Recklinghausen zur Besichtigung des dortigen Schiffshebewerks und der Bergwerkszeche König Ludwig sowie eine geognostische nach Lengerich und zum Roten Berge bei Haßbergen. P.

Naturwissenschaftlicher Fortbildungskurs zu Darmstadt.

10.—15. Juli 1911.

Den Fortbildungskurs, der im Großherzogtum Hessen zum zweiten Male an einer höheren Schule abgehalten wurde, eröffnete am 10. Juli Herr Geh. Oberschulrat Block durch eine Ansprache, in der er auf die Bedeutung der Kurse für den Unterricht an den höheren Schulen des Landes und auf die Erfolge des vorjährigen Kurses hinwies.

Waren im Jahre zuvor hauptsächlich die Teilnehmer aus den Kollegien der Schulen in den Städten gewählt worden — es hatten sich damals über 100 Oberlehrer zur Teilnahme gemeldet —, so wurden diesmal besonders die höheren Bürger- und Mädchenschulen berücksichtigt, aber der beschränkten Mittel wegen konnten auch diesmal wieder bei weitem nicht alle Meldungen Berücksichtigung finden.

Der Plan des Kurses umfaßte Vorträge und Besichtigungen. Von jenen wurden an jedem Vormittag zwei gehalten, während für diese die Nachmittage festgesetzt waren. Die Leitung des Kurses war wie im Vorjahr dem Geh. Schulrat Münch, Direktor des Realgymnasiums zu Darmstadt, übertragen.

Die Vorträge, die alle von Demonstrationen begleitet waren, behandelten: 1. Freihandversuche, physikalische Analogien, physikalische Schulversuche (Münch). — 2. Über physikalische Schülerübungen (Kalbfleisch). — 3. Wechselstromversuche (Friedrich). — 4. Versuche über die Wärmeausdehnung der Körper (Schneider). — 5. Versuche für den chemischen Unterricht (Scriba). — 6. Das lebende Tier im Unterricht (Völsing). — 7. Versuche zur Biologie (Schilling und Spilger). — 8. Demonstration und Versuch im geographischen Unterricht (Schad). — 9. Das Zeichnen im geometrischen Unterricht (Balser). — 10. Erklärung von Modellen

zur darstellenden Geometrie (Schmehl). — 11. Der Kinematograph als Unterrichtsapparat (Münch). — Ferner hatte Herr Dr. med. Landmann von der Firma Merck die Liebenswürdigkeit, einen Vortrag über die unter den Schülern vorkommenden ansteckenden Krankheiten mit Demonstrationen zu halten.

Das Ziel der Besichtigungen bildeten folgende Institute: Großherzogliches Museum, Botanischer Garten, Städtisches Elektrizitätswerk, Kaiserliches Telegaphen- und Telephonamt.

Den Teilnehmern war es ermöglicht, an den physikalischen, chemischen und biologischen Schülerübungen des Realgymnasiums teilzunehmen und so einen Einblick in den Betrieb derselben zu gewinnen. Eine geographisch-biologische Exkursion bildete am Nachmittag des 15. Juli den Schluß des Kurses.

Die Firma Schmidt-Gießen hatte auch diesmal eine große Anzahl von Apparaten nach Prof. Dr. Noack ausgestellt, die allgemein bewundert wurden. *Münch.*

Mitteilungen aus Werkstätten.

Ein neues Lunarium nach Perregaux.

D.R.G.M. 461772.

Von Dr. KIESEWETTER.

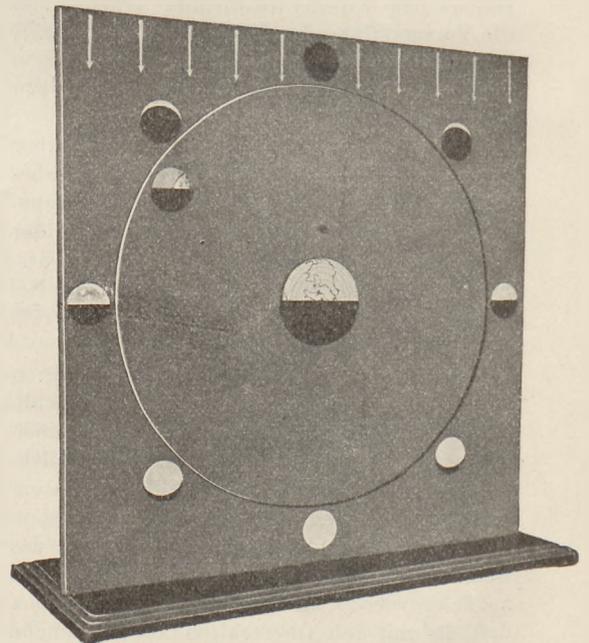
Mitteilungen aus den Mechanischen Werkstätten
von Ferdinand Erneck in Berlin-Tempelhof.

Während die bekannten Mangschen Apparate und ähnliche besonders ihrer universellen Verwendung wegen eine so eingehende und zeitraubende Vorbereitung erfordern, daß sie vielleicht nicht immer und überall in der Schulpraxis die Anwendung finden, die ihnen sicherlich zu wünschen wäre, ist der hier zu besprechende, von Herrn Ch. Perregaux angegebene Apparat bei größter Übersichtlichkeit so einfach in seiner Konstruktion und Handhabung, daß er in der Tat auch nicht die geringste Vorbereitung erfordert. Gleichzeitig sind ihm für alle Auditoriengrößen ausreichende Abmessungen gegeben worden, so daß er allen Unterrichtsverhältnissen gerecht wird.

An der oberen Kante einer großen dunkelblauen vertikalen Scheibe (s. Figur) deuten einige helle parallele Pfeile die Richtung der Sonnenstrahlen an, welche die im Zentrum des Apparates drehbare, durch eine Scheibe dargestellte Erdkugel und den um diese rotierenden Mond beleuchten.

Durch eine an der Rückseite des Apparates befindliche Handkurbel und ein Zahn

radgetriebe, welches entsprechend der mittleren synodischen Mondumlaufzeit übersetzt ist, kann sowohl die Erdscheibe in der Mitte ge-



dreht, als auch die Mondscheibe im Kreise um die Erde herumbewegt werden, und zwar, wie gesagt, entsprechend der synodischen Umlaufzeit des Mondes.

Um die von der Sonne beschienenen Teile der Erde und des Mondes von den dunklen Teilen recht anschaulich zu unterscheiden, sind vor den beiden, Erde und Mond dargestellten Scheiben schwarze halbmondförmige Metallscheiben pendelartig aufgehängt, welche also bei der Rotation stets die der Sonne abgewandte Seite von Erde und Mond verdecken und dunkel erscheinen lassen.

Die aus der dauernd veränderten Stellung des Mondes gegen Sonne und Erde resultierenden wechselnden Lichtgestalten (Mondphasen) sind dadurch in sehr klarer Weise auch einem größeren Hörerkreise zur Anschauung gebracht worden, und zwar nicht nur durch eine zeichnerische Darstellung, sondern durch fortlaufendes Entstehenlassen

der Phasen vor den Augen des Hörers. Zur bequemen Fixierung der einzelnen Umlaufphasen sind acht Stellungen des Mondes auf dem Rande des Apparates durch feste Zeichnungen dargestellt, welche genau mit den Phasen des jeweils vorübergeführten Mondbildes übereinstimmen.

An dem Apparate lassen sich mit großer Anschaulichkeit die für den Unterricht hauptsächlich in Betracht kommenden Begriffe demonstrieren wie Neumond, erstes Viertel, Vollmond, letztes Viertel, Neuerde, Vollerde u. a. m. Auch zeigt der Apparat, daß der Mond sich bei jedem Umlauf einmal um sich selbst dreht und der Erde stets dieselbe Kugelhälfte zuwendet.

Korrespondenz.

Aufruf! — Die wissenschaftliche Forschung hat auf dem Gebiete der Astronomie und kosmischen Physik ein immer dringenderes, aber auch für das gesamte Kulturleben immer bedeutsameres Bedürfnis nach Helfern aus allen Lebenskreisen, da es eine Reihe von sehr wichtigen und interessanten Erscheinungen in den fernen Himmelsräumen wie auch in den oberen atmosphärischen Regionen gibt, für welche von der geringen Zahl der astronomischen Fachmänner und der Sternwarten nur Vereinzelt oder Unvollständiges geleistet werden kann. Verlaufen doch diese Erscheinungen vielfach so, daß sie nur bei gleichzeitiger und über weite Räume verteilter Ausschau möglichst vieler Beobachter tiefer erforscht werden können.

Die Vereinigung von Freunden der Astronomie und kosmischen Physik wendet sich deshalb mit der Bitte um Mitarbeit an alle, welche sich in den verschiedensten Tages- und Nachtzeiten im Freien aufzuhalten pflegen und sich dabei des Ausblickes auf den Himmel mit Interesse und einigem Verständnis für die dortigen Vorgänge erfreuen, insbesondere an die Lehrer aller Unterrichtsstufen, die Geistlichen aller Bekenntnisse, an alle mathematisch oder naturwissenschaftlich speziell Vorgebildeten, wie Ärzte, Tierärzte und Apotheker, Uhrmacher, Bau-, Eisenbahn- und Bergbeamte und Techniker aller Art, Militärs, Land- und Forstwirte, sowie Geschäftsleute verschiedenster Art, Natur- und Sportsfreunde aus allen Berufskreisen, wesentlich auch an die Luftfahrer sowie in besonderer Weise an die gebildeten Deutschen in den Kolonien, überhaupt in den anderen Erdteilen und auf Seereisen und bittet sie, ihre Adressen zwecks näherer Information und Verständigung an

F. Dümmler, Berlin W 30, Rosenheimer Str. 12, zu senden.

Eingehende mathematische Kenntnisse werden bei solcher Mitarbeit nicht vorausgesetzt; doch soll das Verständnis der Erscheinungen und die daraus hervorgehende tiefere Freude an denselben durch das Zusammenwirken in besonderer Weise gepflegt werden.

Der jetzt schon am Abendhimmel mit bloßem Auge sichtbare neue Komet Brooks dürfte in einiger Zeit eine höchst interessante Erscheinung am Himmel werden. Aus diesem Anlaß sei auf das reich illustrierte Buch von Dr. F. S. Archenhold über Kometen hingewiesen, das zum Preise von M 1,20 bei freier Zusendung von der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, zu beziehen ist. (Man vergl. d. Zeitschrift XXIII, 194.) Dem Buche wird eine Karte mit dem Lauf des neuen Brookschen Kometen beigefügt, wonach man sich den Kometen am Himmel leicht aufsuchen kann.

Naturwissenschaftlicher Fortbildungskursus für Oberlehrer in Posen vom 7. bis 14. Oktober 1911. Im Anschluß an die 51. Versammlung Deutscher Philologen und Schulmänner (3. bis 6. Oktober) finden folgende Kurse statt: 1. Allgemeine Übungen in der Werkstätte (Metallbearbeitung, Glasblasen) täglich 2 Stunden (Prof. SPIES, Mechaniker NAUMANN). — 2. Besondere Übungen: Messende Unterrichtsversuche aus Mechanik und Akustik, 6 St.; Neuere Versuche, vornehmlich aus dem Gebiet des Hochfrequenzstroms, 4 St. (Prof. SPIES); Chemische Übungen, 10 St. (Prof. WÖRNER). Außerdem finden biologische Übungen und Exkursionen statt.

Himmelserscheinungen im Oktober und November 1911.

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

	Oktober						November						
	5	10	15	20	25	30	4	9	14	19	24	29	
♃	AR	11 ^h 54 ^m	12 26	12.58	13.29	14. 0	14.31	15. 2	15.33	16. 4	16.36	17. 8	17.39
	D	+ 3°	- 1°	- 5°	- 8°	- 12°	- 15°	- 18°	- 20°	- 22°	- 24°	- 25°	- 26°
♀	AR	10 ^h 50 ^m	10.52	10.58	11. 7	11.18	11.31	11.46	12. 2	12.19	12.37	12.56	13.15
	D	+ 1°	+ 2	+ 2	+ 3	+ 2	+ 2	+ 1	0	- 1	- 3	- 4	- 6
☉	AR	12 ^h 41 ^m	12.59	13.18	13.36	13.55	14.15	14.34	14.54	15.14	15.35	15.56	16.17
	D	- 4°	- 6	- 8	- 10	- 12	- 14	- 15	- 17	- 18	- 19	- 20	- 21
♂	AR	4 ^h 33 ^m	4.36	4.38	4.38	4.36	4.33	4.28	4.22	4.15	4. 7	3.59	3.51
	D	+ 21°	+ 21	+ 21	+ 22	+ 22	+ 22	+ 22	+ 22	+ 22	+ 22	+ 22	+ 22
♃	AR	14 ^h 54 ^m		15. 2		15.11		15.19		15.28		15.37	
	D	- 16°		- 16		- 17		- 18		- 18		- 19	
♄	AR	3 ^h 10 ^m						3. 2					
	D	+ 15°						+ 15					
☉	Aufg.	6 ^h 7 ^m	6.16	6.25	6.34	6.43	6.52	7. 2	7.11	7.20	7.29	7.38	7.46
	Unterg.	17 ^h 29 ^m	17.17	17. 6	16.55	16.45	16.34	16.25	16.16	16. 8	16. 1	15.55	15.50
☾	Aufg.	17 ^h 5 ^m	18. 9	22.32	4.11	10.41	14.40	15.45	17.50	—	5.51	11.36	13.30
	Unterg.	2 ^h 10 ^m	9. 7	15. 7	16.31	17.47	22.28	3.44	11.10	14.17	15.13	17.53	23.59
Sternzeit im mittl. Mittg.		12 ^h 52 ^m 2 ^s	13.11.45	13.31.27	13.51.10	14.10.53	14.30.36	14.50.18	15.10. 1	15.29.44	15.49.27	16. 9.10	16.28.52
	Zeitgl.	- 11 ^m 15 ^s	- 12.42	- 13.57	- 14.58	- 15.44	- 16.12	- 16.21	- 16.10	- 15.37	- 14.43	- 13.28	- 11.54

Mittlere Zeit = wahre Zeit + Zeitgleichung.

Mondphasen in M.E.Z.	Neumond	Erstes Viertel	Vollmond	Letztes Viertel
		Okt. 22, 5 ^h 9 ^m Nov. 20, 21 ^h 49 ^m	Okt. 30, 7 ^h 42 ^m Nov. 29, 2 ^h 42 ^m	Okt. 8, 5 ^h 11 ^m Nov. 6, 16 ^h 48 ^m

Planetensichtbarkeit	Merkur	Venus	Mars	Jupiter	Saturn
im Oktober	wird vor Mitte des Monats wieder unsichtbar	1 bis 3 1/2 Stunden als Morgenstern sichtbar. am 22. im größten Glanz	fast die ganze Nacht hindurch sichtbar	unsichtbar	die ganze Nacht hindurch sichtbar
im November	unsichtbar	die Sichtbarkeitsdauer wächst bis auf 4 Stunden	die ganze Nacht hindurch sichtbar. Opposition am 25.	unsichtbar. Konjunktion am 18.	die ganze Nacht hindurch sichtbar. Opposition am 10.

Eine in Deutschland **unsichtbare, ringförmige Sonnenfluternis** ereignet sich am Vormittag des 22. Oktober. Die Zentralitätszone erstreckt sich von Indien über Australien bis zu den Salomonsinseln.

Der von Brooks entdeckte Komet 1911 c, der erst am 12. November sein Perihel passiert, war bereits im September leicht mit dem Opernglas, teilweise auch mit freiem Auge zu sehen. Da seine Helligkeit noch ständig zunimmt, geben wir über seinen scheinbaren Lauf, soweit derselbe bereits berechnet ist, nach der in Astr. Nachr. Nr. 4522 veröffentlichten Ephemeride folgende Angaben.

	α	δ	Gr.
Sept. 23	15 ^h 14,6 ^m	+ 51° 37'	4,8
Okt. 3	13 ^h 53,6 ^m	+ 40° 44'	4,4
Okt. 13	13 ^h 2,6 ^m	+ 27° 11'	4,2

Der Komet bewegt sich also im Oktober ziemlich schnell zwischen Bootes und dem großen Bären hindurch nach der Jungfrau zu und dürfte daher in den früheren Abendstunden noch gut zu sehen sein.

F. Koerber.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagshandlung gestattet.

