

Zeitschrift für den Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XVII. Jahrgang.

Drittes Heft.

Mai 1904.

Die mechanische Kraftübertragung durch „Schiefe Ebene“, „Keil“ und „Schraube“.

Von

Prof. E. Grimsehl in Hamburg.

Im Laufe des vergangenen Jahres habe ich eine Reihe von Aufsätzen¹⁾ veröffentlicht, die sich gegen die bisher allgemein übliche Darstellung der sogenannten „einfachen Maschinen“ richten. Es waren bisher die „Rolle und der gemeine Flaschenzug“ sowie der „Hebel“ behandelt. In den angeführten Aufsätzen habe ich besonders hervorgehoben, daß die Aufgabe der Kraftübertragungs-Mechanismen nicht darin besteht, das Gleichgewicht zweier Kräfte zu erzeugen, sondern darin, daß mit Hilfe der Mechanismen eine Kraft durch eine andere ersetzt werden soll, die entweder einen anderen Angriffspunkt, eine andere Richtung oder eine andere Größe hat. Ich habe also die Äquivalenzbedingung der Kräfte untersucht.

In einem der angegebenen Aufsätze²⁾ habe ich der Äquivalenzbedingung zweier Kräfte, die unter einem Winkel gegen die gezwungene Bahn eines Körpers wirken, den Ausdruck gegeben, daß diese beiden Kräfte dann äquivalent sind, wenn ihre Projektionen auf die Bahn des Körpers gleich sind. Wenn also z. B. der Körper K (Fig. 1) längs der Bahn AB bewegt werden soll mit Hilfe einer der Kräfte $P_1, P_2 \dots P_5$, so sind alle diese Kräfte dann äquivalent, wenn die Projektionen der Kräfte auf die Bahn alle denselben Wert R haben. Dieser Satz, dem ich den Namen „Projektionssatz“ beilege, gestattet uns, durch eine einzige Linie, nämlich durch ein auf die Bahn gefälltes Lot CD , die Größe der einander äquivalenten Kräfte in jeder beliebigen Richtung zu bestimmen.

In Betreff der einfachen Herleitung dieses Satzes, sowie seiner Anwendung zur

Ableitung des Momentensatzes muß auf die angegebene Mitteilung verwiesen werden.

Trotzdem dieser Projektionssatz nicht mehr sagt, als daß er die zur Bewegung eines Körpers auf gezwungener Bahn wirkende Komponente der Kraft, deren Größe sich einfach aus dem Parallelogrammgesetz ergibt, konstruktiv und natürlich auch rechnerisch finden läßt, ist seine Anwendung außerordentlich fruchtbringend, da er

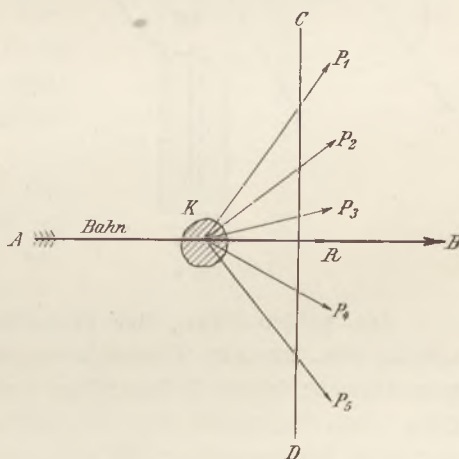


Fig. 1.

¹⁾ Ztschr. f. phys. u. chem. Unterricht XV 138; XVI 65; XVI 260. Unterrichtsblätter f. Math. u. Naturw. IX 78. Ztschr. f. math. u. naturw. Unterricht XXXIV 98.

²⁾ Unterrichtsbl. f. Math. u. Naturw. IX 81.

gerade den Teil aus dem Parallelogrammgesetze herauschält, der für die Kraftübertragungsmechanismen in erster Linie wichtig ist.

Ein zweiter, in demselben Aufsatz³⁾ abgeleiteter Satz, der sich aus dem Projektionssatze sofort ergibt, besagt, „daß eine parallel einer geradlinigen Bahn an irgend einem Punkte eines Körpers wirkende Kraft äquivalent ist einer ebenso großen Kraft, die längs der geradlinigen Bahn selbst wirkt“. Der Satz läßt sich leicht verallgemeinern zu dem Satze: „Bewegt sich ein Körper auf geradliniger Bahn (Fig. 2), so sind die an verschiedenen Punkten des Körpers angreifenden, parallel (aber unter beliebigem Winkel gegen die Bahn) wirkenden Kräfte P_1 und P_2 dann äquivalent, wenn sie gleich groß sind“. Man kann also den Angriffspunkt einer Kraft, die auf einen auf geradliniger Bahn bewegten Körper wirkt, beliebig verlegen, wenn die Kraftgröße und Krafrichtung unverändert bleibt. Ich werde diesen Satz nachher kurz „Verlegungssatz“ nennen. Die Begründung für diesen letzten Satz kann

man dadurch finden, daß das sonst bei einer Verlegung des Angriffspunktes einer Kraft, die auf einen völlig frei beweglichen Körper wirkt, auftretende Kräftepaar durch die zwangsläufige geradlinige Bahn nicht zur Wirkung kommen kann.

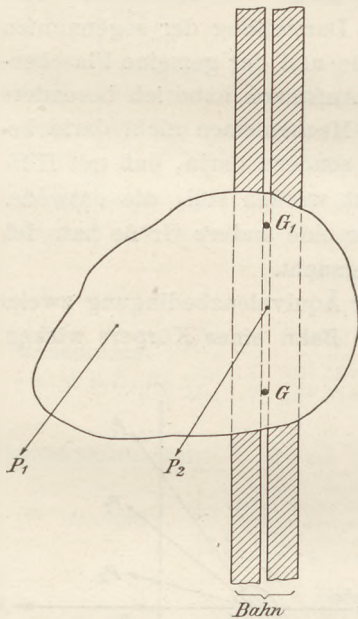


Fig. 2.

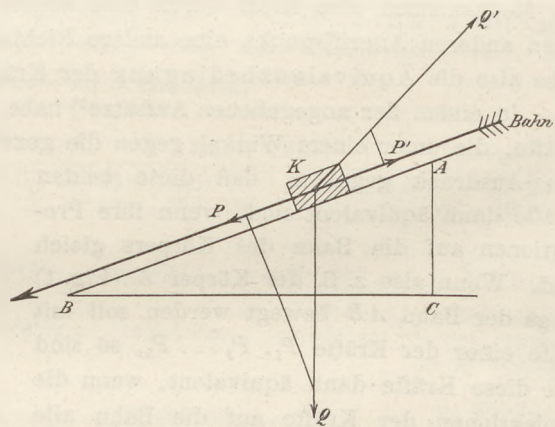


Fig. 3.

Die beiden Sätze, der Projektionssatz und der Verlegungssatz, reichen vollständig aus, um alle Mechanismen, deren Teile allseitig elastisch sind, die also in gewöhnlicher, bisher üblicher Sprachweise starr oder, besser ausgedrückt, widerstandsfähig sind, bezüglich der Äquivalenz der Kräfte zu behandeln. Diesen Körpern stehen solche gegenüber, die nur nach einer Dimension elastisch sind, wie das Seil, die natürlich nur nach dieser Dimension zur Kraftübertragung verwendet werden können, und solche Körper, die nur eine räumliche Elastizität besitzen, wie die Flüssigkeiten und die Gase, die man nur insoweit zur Kraftübertragung verwenden kann, als ihre Volumenelastizität in vorgeschriebene Bahn gelenkt wird, indem man die Körper in geschlossene Hohlräume einschließt.

Die „schiefe Ebene“. Wenn zwar die schiefe Ebene m. E. überhaupt nicht die ihr gewöhnlich eingeräumte ausgezeichnete Sonderstellung verdient, da sie nur einen einzigen, ganz speziell herausgegriffenen Fall der allgemeinen Bewegung eines

³⁾ Unterrichtsbl. f. Math. u. Naturw. IX 82.

Körpers auf gezwungener Bahn darstellt, so mag für diejenigen, welche den Begriff der schiefen Ebene nicht verlassen wollen, die Äquivalenzbedingung der Kräfte nach Fig. 3 dargestellt werden. Die auf den Körper K wirkende Kraft ist hier das Gewicht Q des Körpers. Da der Körper K nur längs der schiefen Ebene beweglich ist, so ist das Gewicht Q äquivalent der durch die Projektion von Q auf die Bahn dargestellten Kraft P . Aus der Ähnlichkeit der beiden Dreiecke KPQ und ACB folgt, wie bekannt, $P:Q = AC:AB$, und wenn man die Steigung $AC:AB$ mit ϵ bezeichnet, so ergibt sich: $P = Q \cdot \epsilon$. Dies läßt sich passend folgendermaßen ausdrücken: „Ein unter dem Einflusse seines eigenen Gewichts auf der schiefen Ebene beweglicher Körper bewegt sich so, als ob in der Richtung der Bahn eine Kraft auf ihn wirkte, deren Größe gleich dem Produkt aus dem Gewicht des Körpers und der Steigung der Bahn ist“.

Will man die Gleichgewichtsbedingung ableiten, so kann man nach Fig. 3 sowohl das Gewicht Q wie die den Körper im Gleichgewicht haltende Kraft Q' durch ihre Projektionen auf die Bahn, P und P' , ersetzen. Es tritt dann Gleichgewicht ein, wenn $P = P'$ ist.

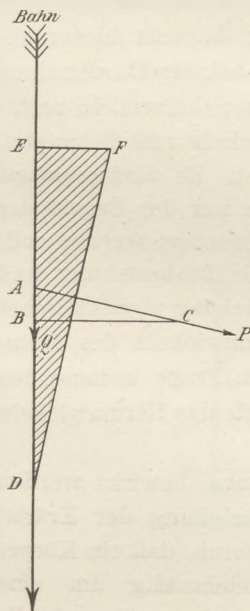


Fig. 4.

Der „Keil“. In noch stärkerem Grade als bei der schiefen Ebene tritt es beim Keil hervor, daß das Gleichgewicht nicht die Hauptsache ist. Vielmehr will man hier durch eine auf den Rücken des Keils wirkende Kraft einen zur Seitenfläche des Keils senkrechten Druck ausüben, welcher z. B. die Trennung der Teile eines zu spaltenden Holzklotzes herbeiführen soll.

Um die Aufgabe des Keils zu lösen, bedarf es noch einer fast immer unerwähnt gelassenen Bestimmung

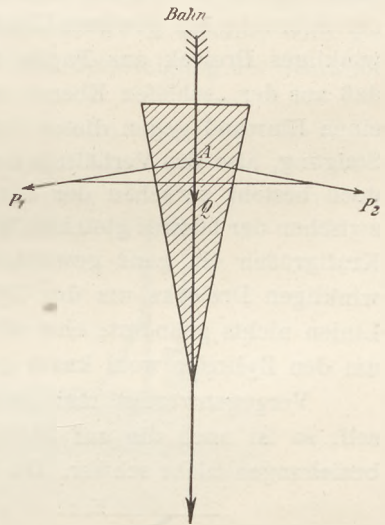


Fig. 5.

darüber, in welcher Bahn sich der Keil bewegen soll. Erst wenn diese Bahn fest bestimmt ist, ist die Aufgabe lösbar. Daher zerfällt die Aufgabe in zwei verschiedene Teile, indem der Keil entweder, wie in Fig. 4 dargestellt, mit der einen Seitenfläche an einer festen unverrückbaren Wand gleitend entlang bewegt wird, oder indem er so bewegt wird, wie in Fig. 5 dargestellt, daß nämlich die Mittellinie des Keils mit der Bewegungsrichtung zusammenfällt. Der durch Fig. 4 dargestellte Fall tritt z. B. dann ein, wenn man einen auf festem Erdboden stehenden Körper durch einen untergeschobenen Keil senkrecht zur Seitenwand des Keils heben will. Der Fall von Fig. 5 behandelt die Aufgabe, die der Keil beim Holzspalten erfüllen soll, wenn das Holz nach beiden Seiten in gleichem Maße nachgiebig ist. Ist die Nachgiebigkeit des Holzes nach beiden Seiten verschieden groß, so fällt die Bahn des Keils nicht mit der Mittellinie des Keils zusammen.

Es sei in Fig. 4 durch die Strecke AB die Kraft Q dargestellt, mit welcher der Keil in der Richtung seiner Bahn vorwärts bewegt wird. Diese Kraft Q ist äquivalent mit der durch die Strecke AC dargestellten, auf der Seitenfläche des Keils senk-

rechten Kraft P , wenn nach dem „Projektionssatze“ AB die Projektion von AC auf die Bahn ist. Es verhält sich also $P:Q = AC:AB$. Aus der Ähnlichkeit der Dreiecke ABC und DEF ergibt sich hieraus $P:Q = DF:EF$. Will man diese Proportion in Worten ausdrücken, so wird man sagen können: „Der von dem Keil senkrecht zu einer Seitenfläche ausgeübte Druck wird gefunden, indem man den Druck, mit dem der Keil in der Richtung seiner anderen Seitenfläche bewegt wird, mit dem Verhältnis der Länge der Seitenfläche zur Rückenbreite multipliziert“.

Der durch Fig. 5 dargestellte Fall bedarf keiner besonderen Auseinandersetzung. Es mag nur erwähnt werden, daß hier die in der Richtung der Bahn angreifende Kraft Q durch die Summe der beiden Kräfte P_1 und P_2 ersetzt werden muß. Es sind also die Überlegungen von Fig. 4 hier für beide Seiten des Keils auszuführen.

Die „Schraube“. Besondere Schwierigkeiten scheint die Kraftübertragung durch die Schraube zu bieten, was dadurch hervortritt, daß man sich zur Ableitung der Gleichgewichtsbedingung des Bildes der um einen Zylinder gewickelten „schiefen Ebene“ bedient. Das Künstliche in dieser Art der Darstellung braucht hier nicht ausdrücklich hervorgehoben zu werden, da gewiß jeder Lehrer bei der Durchnahme der Schraube ein gewisses Unbehagen empfindet, wenn er seinen Schülern ein rechtwinkliges Dreieck aus Papier um einen Holzzylinder herumwickelt und behauptet, daß aus der „schiefen Ebene“ nun eine „Schraube“ geworden sei. Es wird niemand einen Einwand gegen dieses Verfahren erheben, wenn hierdurch nur der Begriff der Steigung, also das Verhältnis der Ganghöhe zur Ganglänge demonstriert werden soll; doch besteht zwischen der Herleitung dieser mathematischen Größenbeziehung und zwischen der hiermit gleichzeitig beabsichtigten Ableitung der Beziehung physikalischer Kraftgrößen ein ganz gewaltiger Unterschied. Durch das Herumwickeln des rechtwinkligen Dreiecks um den Zylinder wird an der Länge der in Frage kommenden Linien nichts geändert; eine wirkliche „schiefe Ebene“ würde sich das Herumwickeln um den Zylinder wohl kaum gefallen lassen.

Vergegenwärtigt man sich genau, was durch eine Schraube bewirkt werden soll, so ist auch die auf physikalischer Grundlage fußende Herleitung der Kräftebeziehungen nicht schwer. Die Schraubenbewegung entsteht dadurch, daß ein Körper

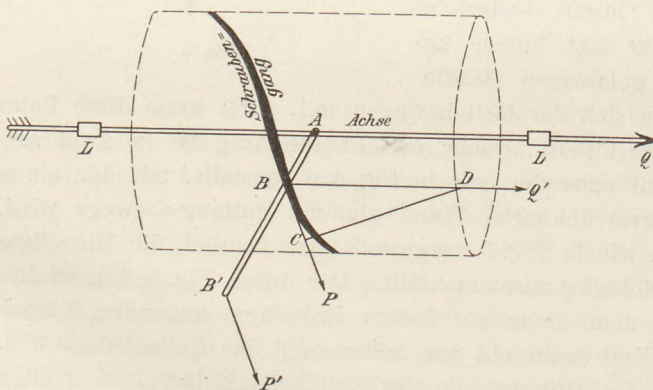


Fig. 6.

sich gleichmäßig um eine Achse dreht, während die Achse sich selbst gleichzeitig in ihrer Richtung geradlinig verschiebt mit einer Geschwindigkeit, welche zur Umdrehungsgeschwindigkeit in einem konstanten Verhältnisse steht. Die praktische Ausführung dieser Bewegung erfordert also erstens eine in der Richtung der Achse verschiebbare Lagerung der

Achse und zweitens die Führung eines außerhalb der Achse liegenden Punktes auf einer Schraubenlinie, deren Steigung das Verhältnis der achsialen Geschwindigkeit zur Umdrehungsgeschwindigkeit bedingt. Diese Verhältnisse sind durch die Fig. 6 dargestellt. LL sind die Lager für die Achse. B ist der längs der Schraubenlinie zwangsläufig geführte Punkt der Schraube.

Wirkt an dem Punkte B in der Richtung der Schraubenlinie, also in der Richtung der Bahn die Kraft P , so wird dadurch die Schraube so bewegt, daß sich die Achse in ihren Lagern in der Richtung des gefiederten Pfeiles bewegt. Die physikalische Aufgabe besteht darin, zu bestimmen, wie groß die in achsialer Richtung wirkende Kraft Q ist, welche der längs der Schraubenlinie wirkenden Kraft P äquivalent ist.

Unter Benutzung des „Verlegungssatzes“ und des „Projektionssatzes“ ergibt sich folgende Lösung: Da die Achse geradlinig bewegt wird, kann die Kraft Q durch eine ihr gleich große, parallele, in B wirkende Kraft Q' ersetzt werden. Diese Kraft Q' ist der Kraft P dann äquivalent, wenn P die Projektion von Q' auf die Bahn ist. Hieraus folgt als Äquivalenzbedingung: Es sind P und Q äquivalent, wenn sich verhält $P:Q = BC:BD$. Dieses Verhältnis drückt die Schraubensteigung aus. Es ist (wie man, da es sich um rein mathematische Größenbeziehungen handelt, an dem umgewickelten rechtwinkligen Dreieck zur Veranschaulichung ableiten kann) dieses Verhältnis auch gleich dem Verhältnis der Ganghöhe zur Ganglänge.

Hieraus ergibt sich als Resultat: „Der achsiale Druck, den eine in der Richtung des Schraubenganges an der Schraubenperipherie wirkende Kraft ausübt, wird gefunden, indem man diese Kraft mit dem reziproken Werte der Steigung der Schraube multipliziert“.

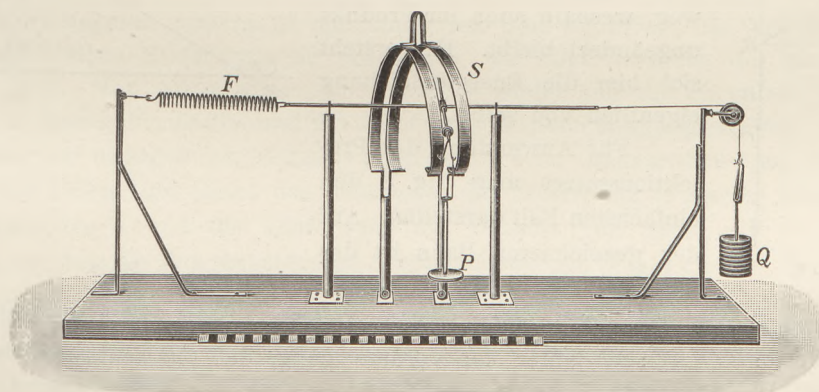


Fig. 7.

Für eine Kraft P' , die an einem Punkte B' außerhalb der Peripherie in der Richtung des Schraubenganges wirkt, ist noch die Momentengleichung $P \cdot AB = P' \cdot AB'$ der vorigen Beziehung hinzuzufügen.

Es mag noch hervorgehoben werden, daß die für die Bewegung der Schraube günstigste Krafrichtung die Richtung parallel dem Schraubengang ist, da man bei einer anderen Krafrichtung die Kraft erst noch auf die Bahn projizieren muß, um die in dieser Richtung wirkende äquivalente Kraft zu erhalten.

Im eben besprochenen Falle wurde angenommen, daß die Schraubenmutter unverrückbar fest gelagert ist, und daß sich die Schraubenspindel bei der Drehung auch verschiebt. Ist dagegen die Spindelachse gegen Verschiebung in achsialer Richtung fest, aber drehbar gelagert, sodaß also die Schraubenmutter sich achsial verschieben muß, so ist die günstigste Kraftwirkung dann erreicht, wenn wieder die Kraft in der Richtung der Bahn des Angriffspunktes, d. i. in diesem Falle in der Richtung der Kreisbahn wirkt.

Das durch Fig. 7 dargestellte Modell soll die Kraftverhältnisse bei der Schraube veranschaulichen und experimentell herleiten. Die Schraubebewegung wird hierbei

dadurch hervorgerufen, daß ein senkrecht zur Achse der Schraube, die in zwei Lagern verschiebbar ist, an der Achse befestigter Stahlstab geführt wird in einer Schraubenlinie, die durch zwei in Schraubenlinienform gebogene Streifen Flachmessing S hergestellt ist. Die in der Richtung der Schraubenlinie wirkende Kraft P^1) spannt infolge der Schraubeführung die elastische Spiralfeder F . Dieselbe Spannung kann aber auch durch die in der Richtung der Schraubenachse wirkende Kraft Q ausgeführt werden. Das experimentell gefundene Verhältnis von $P:Q$ ist dem durch Messung von Ganghöhe und Ganglänge bestimmten Steigungsverhältnisse gleich.

Die „Energiegleichung“. Wenn bei den sogenannten einfachen Maschinen die Äquivalenzbedingungen der Kräfte sich alle aus dem Projektionssatze und dem Verlegungssatze herleiten lassen, so muß auch die Energiegleichung in den Sätzen

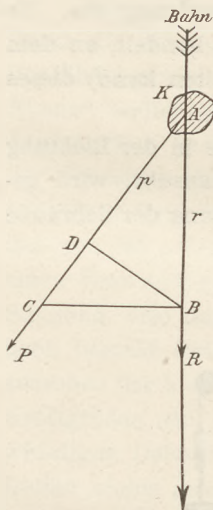


Fig. 8.

enthalten sein. Ist das aber der Fall, so braucht man die Energiegleichung gar nicht mehr bei den einzelnen Anwendungen besonders abzuleiten.

Bei Anwendung des Verlegungssatzes ändert sich weder die Kraftgröße noch der Kraftweg, weshalb auch ihr Produkt ungeändert bleibt. Es versteht sich hier die Energiegleichung eigentlich von selbst.

Für Anwendung des Projektionssatzes mag Fig. 8 den einfachsten Fall darstellen. Auf der gezeichneten Bahn ist der Körper K beweglich. Die beiden

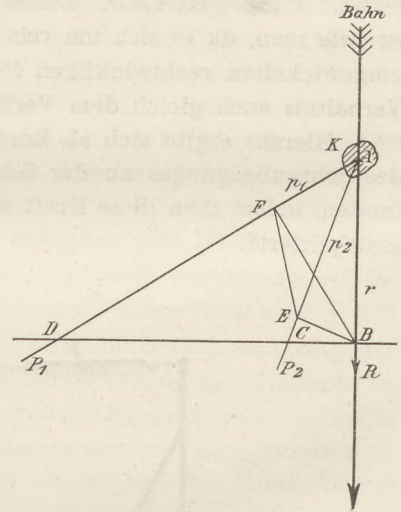


Fig. 9.

Kräfte P und R , von denen R in der Bahnrichtung wirken soll, sind äquivalent, wenn sich verhält $P:R = AC:AB$ unter der Voraussetzung, daß CB senkrecht zur Bahn gezogen ist. Es möge nun K unter dem Einflusse einer der Kräfte von A nach B bewegt sein, so gibt AB die Wegstrecke r an, welche der Angriffspunkt der Kraft R zurückgelegt hat. Die in der Richtung von P gemessene Wegstrecke wird gefunden, wenn BD senkrecht auf AP gezogen ist. Man erhält so $AD = p$ als Wegstrecke für die Kraft P . Aus der Ähnlichkeit der Dreiecke ABC und ADB folgt $p:r = AB:AC$. Verbindet man diese Gleichung mit der obigen Proportion für die Kräfte $P:R = AC:AB$ durch Multiplikation, so folgt unmittelbar

$$P \cdot p = R \cdot r.$$

Das ist aber der Ausdruck für die Gleichheit der von den beiden äquivalenten Kräften geleisteten Arbeit.

Wenn beide zu vergleichende Kräfte P_1 und P_2 mit der Bahn einen Winkel bilden, so kann man in derselben Weise aus Fig. 9 schließen. Man zieht BCD senkrecht zur Bahn und findet die Äquivalenzbedingung $P_1:P_2 = AD:AC$. Zieht man nun noch $BE \perp AC$ und $BF \perp AD$, so stellen die Strecken $AF = p_1$ und $AE = p_2$ die

¹⁾ In Fig. 7 wirkt nur eine Komponente von P in der Richtung des Schraubenganges. Soll die ganze Kraft P zur Wirkung kommen, so wird der Faden, an welchen das Gewicht P gehängt wird, noch über eine in der Figur nicht gezeichnete kleine Rolle geführt.

bei der Bewegung des Körpers von A nach B in der Richtung der Kräfte P_1 und P_2 gemessenen Wegstrecken dar. Aus der Ähnlichkeit der Dreiecke ACD und AFE folgt $p_1 : p_2 = AC : AD$. Hieraus ergibt sich durch Multiplikation mit der Proportion für die Kräfte sofort $P_1 \cdot p_1 = P_2 \cdot p_2$ als Energiegleichung.

Zum Schlusse mag noch auf einen Umstand aufmerksam gemacht werden, der vom Standpunkte der Energiegleichung zu Gunsten meiner Darstellung spricht.

Wenn man bei den „einfachen Maschinen“ die Energiegleichung aufstellen will, nachdem man die Gleichgewichtsbedingung aufgestellt hat, ist man genötigt, eine „virtuelle“ Verschiebung oder Drehung vorzunehmen, die für die Schüler nicht leicht verständlich ist, weil doch der Arbeitsbegriff eine wirkliche Bewegung voraussetzt. Man hat also nur eine Gleichheit der „virtuellen“ Arbeiten. Hat man aber die Äquivalenzbedingung zweier Kräfte aufgestellt, so liegt gar kein Bedenken vor, die beiden äquivalenten Kräfte wirklich in Tätigkeit treten zu lassen. Es wird jetzt wirklich Arbeit geleistet, welche für alle äquivalenten Kräfte gleich ist.

Apparat zur Bestimmung der Wellenlänge des Lichts.

Von

Prof. E. Grimsehl in Hamburg.

Der vorliegende Apparat ist entstanden aus dem Bedürfnis, die Wellenlänge des Lichts mit solchen Hilfsmitteln zu bestimmen, die ohne weiteres der Messung zugänglich sind. Von allen bekannten Methoden schien mir die an einem Drahte erfolgende Beugung des Lichts und die dabei entstehenden Beugungstreifen am besten zur Lösung der angegebenen Aufgabe geeignet zu sein. Bekanntlich sind die Wellenlänge λ des Lichts, die Dicke des Drahtes d , die Entfernung je zweier benachbarter Beugungstreifen δ und die Entfernung des Drahtes von dem Schirme, auf dem die Beugungstreifen beobachtet werden (Fig. 1), verbunden durch die Gleichung $\lambda = \frac{d \delta}{a}$. Es handelt sich also darum, die drei Größen d , δ und a so zu wählen, daß sie unmittelbar meßbar sind.

Bei objektiver Darstellung der Beugungserscheinungen sind mancherlei kleine Kunstgriffe zu beachten, wenn die Erscheinung recht klar und deutlich erscheinen soll¹⁾, außerdem muß man die Größe a , also die Entfernung des beugenden Drahtes von dem Schirm genügend groß wählen, um gut erkennbare, und besonders um meßbare Beugungstreifen zu erhalten. Außerdem erfordert jede objektive Darstellung eine Lichtquelle von genügender Helligkeit. Bei subjektiver Beobachtung gelingt es aber, alle in betracht kommenden Größen innerhalb sehr mäßiger Dimensionen zu halten. Außerdem ist bei subjektiver Beobachtung die Vereinigung aller Teile der Versuchsanordnung in einem handlichen Apparat möglich, sodaß nichts weiter nötig ist, als die im Apparat fertig vereinigte Versuchsanordnung nach einer beliebigen Lichtquelle zu richten, um eine Beobachtung auszuführen.

Der Apparat, von dem Fig. 2 eine schematische Zeichnung gibt, besteht aus einem Messingrohr von 200 mm Länge und 25 mm äußerem Durchmesser, welches an

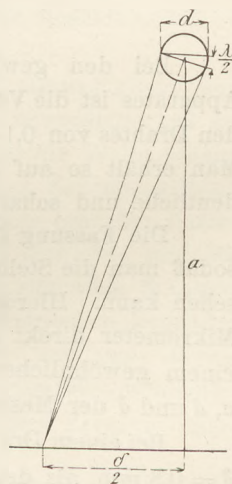


Fig. 1.

¹⁾ *Ann. d. Redaktion.* Man vergl. Möller, Ein Schulversuch zur Bestimmung der Wellenlänge des Lichts, Progr. Hadersleben 1890 und diese Zeitschr. IV, 37.

einem Ende (dem Objektivende) den regulierbaren Spalt S , am anderen Ende (dem Okularende) die Lupe L trägt. Im Innern des Rohres ist vor der Lupe das Okularmikrometer M , welches in $\frac{1}{10}$ mm eingeteilt ist, so angebracht, daß man die Lupe L scharf auf das Mikrometer einstellen kann. Ungefähr in der Mitte des Rohres ist mit dem Spalt parallel der Draht D mittels zweier auf der Außenwandung eines Rohres angebrachten Klemmschrauben befestigt; dieses Rohr ist auf dem eigentlichen Beobachtungsrohr mit Reibung ohne Drehung verschiebbar. Hierdurch hat man es ganz in der Hand, innerhalb gewisser Grenzen den Abstand a des Drahtes D vom Mikrometer zu verändern, ohne daß der Draht dadurch seine parallele Lage zum Spalt ändert. Die Befestigung des Drahtes D mittels der außen am Rohr angebrachten Klemmschrauben gestattet, den Draht leicht auszuwechseln.

Richtet man den in Fig. 3 abgebildeten Apparat gegen eine Lichtquelle, z. B. gegen den Glühstrumpf des Auerbrenners, so entstehen bei passender, leicht zu bewirkender Regulierung des Spalts S auf dem Mikrometer innerhalb des Schattens des Drahtes scharfe geradlinige Beugungstreifen, deren Entfernung man auf dem Mikrometer unmittelbar ablesen kann. Die Ablesung wird äußerst einfach, wenn man beim Hindurchsehen durch das Okular das die Klemmschrauben tragende äußere Rohr in der Achse des Rohres so lange verschiebt, bis zwei Beugungstreifen genau mit zwei Strichen des Okularmikrometers zusammenfallen.

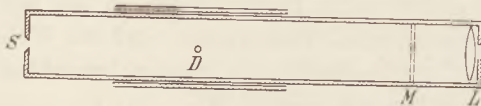


Fig. 2.

Bei den gewählten Dimensionen des Apparates ist die Verwendung eines beugenden Drahtes von 0,1–0,5 mm Dicke geeignet. Man erhält so auf dem Mikrometer 2 bis 8 deutliche und scharfe Beugungstreifen.

Die Fassung des Mikrometers ist etwas dicker als die äußere Dicke des Rohres, sodaß man die Stelle, wo das Mikrometer im Innern des Rohres sitzt, auch von außen sehen kann. Hierdurch ist man imstande, den Abstand a des beugenden Drahtes vom Mikrometer direkt mit dem Maßstabe abzulesen. Die Dicke d des Drahtes ist mit einem gewöhnlichen Schraubenmikrometer meßbar. Es sind also alle drei Größen a , d und δ der Messung unmittelbar zugänglich.

Bei einem Drahte von $d = 0,2$ mm Dicke betrug der Abstand der Beugungstreifen $\delta = 0,3$ mm, als der beugende Draht sich im Abstand $a = 108$ mm vom Mikrometer befand. Hieraus berechnet sich die Wellenlänge des Lichtes zu $\lambda = \frac{d \delta}{a} = \frac{0,2 \cdot 0,3}{108}$ mm = $556 \mu\mu$, eine Zahl die der Wellenlänge der D -Linie d. i. der subjektiv hellsten Stelle des Spektrums entspricht. Kontrollmessungen mit Drähten anderer Dicke ergaben annähernd dasselbe Resultat.

Erwähnt mag noch werden, daß der Apparat in erster Linie dazu bestimmt ist, mit möglichst einfachen Mitteln die so schwierige Messung bequem auszuführen. Daher sind auch die Dimensionen möglichst handlich und bequem gewählt. Daraus

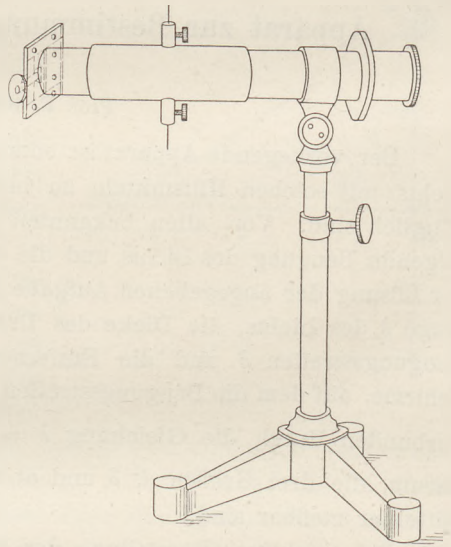


Fig. 3.

ergibt sich aber auch, daß der Apparat keineswegs dem Zwecke dienen kann, das Beugungsspektrum zu zeigen, demnach auch nicht die Aufgabe lösen soll, die Wellenlänge der verschiedenfarbigen Lichtstrahlen bis auf zwei oder gar drei Dezimalen zu bestimmen. Dazu muß man ein Beugungsgitter verwenden, doch muß man sich bei Verwendung eines Beugungsgitters darauf beschränken, die Gitterkonstante als bekannte Größe anzugeben, während hier auch die der Gitterkonstanten entsprechende Drahtdicke direkt meßbar ist.

Den Apparat liefert die Firma A. Krüß in Hamburg.

Eine vergessene Gleich- und Wechselstrom-Influenzmaschine und die Ähnlichkeit der Magnet- und Influenzmaschinen.

Von

W. Holtz.

Da alternierende Entladungen wegen ihrer Beziehung zu elektrischen Schwingungen in neuerer Zeit ein erhöhtes Interesse gewonnen haben, sei es mir gestattet, wieder an einen Apparat zu erinnern, welcher die erste strom- und funkengebende Influenzmaschine war und dabei so eingerichtet, daß man nach Belieben sowohl gleich- als entgegengerichtete Ströme erhalten konnte. Kaum bekannt geworden, wurde er schnell vergessen, da bald darauf einfachere und bequemere Apparate die Aufmerksamkeit auf sich zogen.

Schon im Sommer 1864 war die Maschine fertig, was die Herren Professoren PAALZOW (jetzt in Charlottenburg) und v. ÖRTINGEN (jetzt in Leipzig), welche sie in Berlin bei mir sahen, bezeugen könnten. Beide hatten vor kurzem gemeinschaftlich mit FEDDERSEN die alternierenden Entladungen der Leydener Flasche entdeckt, und so geschah es wohl, daß gerade die Eigentümlichkeit meiner Maschine, daß sie auch Wechselströme gab, jene Physiker besonders interessierte.

Der Apparat hatte zwei runde und senkrecht gestellte Glasscheiben, eine bewegliche von 800 und eine feste von 860 mm Größe. Die bewegliche saß auf durchgehender Welle, welche in zwei metallisch gefütterten, über die Welle hinausragenden Holzsäulen lief. Die feste, mit Mittelloch für die Fassung der beweglichen, war am Grundbrett und zugleich durch zwei die Säulen überbrückende Stäbchen fixiert. Die Vorderseite der beweglichen war mit 12 Stannielsektoren beklebt, und die Leitung weiter nach zwei auf der Vorderseite der Ebonitfassung sitzenden Stanniolringen geführt, sodaß 6 Sektoren mit dem einen Ringe und die dazwischen liegenden mit dem andern verbunden waren. Die Hinterseite der festen war zwar ebenso beklebt, aber die abwechselnde Verbindung hier durch zwei große Drahringe bewirkt, die auf 33 mm hohen Holzpföcken lagen, welche, abwechselnd dem Zentrum näher und ferner, den Sektoren angeheftet waren.

Für den Gebrauch bedurfte es nun noch der Mitwirkung einer Elektrysiermaschine, die durch eine Tretvorrichtung zugleich mit der Glasscheibe in Bewegung gesetzt wurde und dafür sorgte, daß die beiden mit ihren Polen verbundenen Drahringe konstant elektrisch erhalten wurden. Für Gleichstrom stellte ich zwei Kontaktdrähte, die nach einem kleinen Entladungsapparat führten, zweien aufeinander folgenden Sektoren der festen Scheibe gegenüber. Für Wechselstrom ließ ich zwei entsprechend längere auf den Stanniolringen der vorderen Scheibenfassung schleifen. Die Wirkungsweise ist ja leicht verständlich. Man beachte aber, daß, so oft die beweglichen

Sektoren über die festen gingen, erstere alle zugleich ihre Ladung wechseln mußten, bei jeder Umdrehung also 12 mal die ganze Scheibe, wegen der gedachten Verbindung der beweglichen und der abwechselnden Polarität der festen Sektoren, eine Einrichtung, welche völlig neu war und meines Wissens auch später niemals wieder ausgeführt ist.

So erhielt ich zwischen Spitzen einen Funkenstrom von 15, und als ich auf der festen Scheibe Papiersektoren verwandte, von 23 mm Länge und konnte bei Gleichstrom auch Leydener Flaschen laden. Als ich derselben Maschine später 40 kleinere Sektoren gab, wobei für die Verbindung der beweglichen eine größere Ebonitscheibe nötig war, erhielt ich 80 Funken pro Sekunde und diese noch 7 mm lang. Ähnlich bei einer kleineren Maschine mit 20 Sektoren, deren bewegliche Scheibe soviel schneller rotieren konnte. Auf einer noch kleineren Scheibe brachte ich einmal 40 Sektoren an, während die Belege der festen durch in Glasröhren eingeschlossene Drähte vertreten waren, und erhielt so bei 20 Umdrehungen 800 Funken pro Sekunde, aber nur 3 mm lang¹⁾. Bei solcher Schlagweite konnten Flaschen nicht mehr geladen, wohl aber in Geißlerschen Röhren bei Gleich- und Wechselstrom sehr schöne Erscheinungen wahrgenommen, auch dünne Holzstäbchen entzündet werden. Am interessantesten war es mir, daß bei so rapidem Ladungswechsel die bewegliche Scheibe zum Tönen kam.

Auch eine Doppelmaschine baute ich nach gleichem Prinzip, bei welcher die Scheibe der kleinen Hilfselektriermaschine, in deren Rand ich eine Nute schliß, gleichzeitig als Schnurscheibe diente. Diese Maschine war es, welche POGGENDORFF später in einer Sitzung der Berliner Akademie zeigte und in ihrer Einrichtung und ihren Wirkungen besprach²⁾. Er vergaß dabei zu bemerken, daß sie auch Wechselströme gäbe, oder erwähnte es nicht, weil er es für nebensächlich hielt. Wohl aber bemerkte er, daß der Engländer GOODMAN vor 20 Jahren eine dem Hauptprinzip nach ähnliche Maschine erfunden habe. Ich sah mir kürzlich die GOODMANSche Arbeit genauer an und fand, daß die POGGENDORFFSche Bemerkung kaum zutreffend war, weil der GOODMANSche Apparat weder meiner damaligen noch irgend einer der späteren Influenzmaschinen ähnlich ist. GOODMAN setzte 6 Glasscheiben auf eine Welle und brachte an jeder zwei auf Glasstäben sitzende Leitungsstücke an, welche wie Reibkissen den Glasflächen anlagen, ohne daß sie durch Reibung Elektrizität entwickeln sollten³⁾. Er nennt sie coatings, Belege, weil er sie mit den abnehmbaren und somit beweglichen Belegen gewissen Leydener Flaschen vergleicht. Ich will sie Anlieger nennen, weil man Belege doch sonst nur festsitzende Stanniol- oder Papierstücke heißt. Die beiden äußeren verband er mit den Polen einer Elektriermaschine, während die inneren immer zu je zweien mit einander verbunden waren, wonach jene beiden durch die Elektriermaschine, die dazwischen liegenden aber durch Influenz geladen wurden. Die Elektrizität der Anlieger ging während der Drehung auf das Glas über und so wurden alle Scheiben einerseits positiv, andererseits negativ

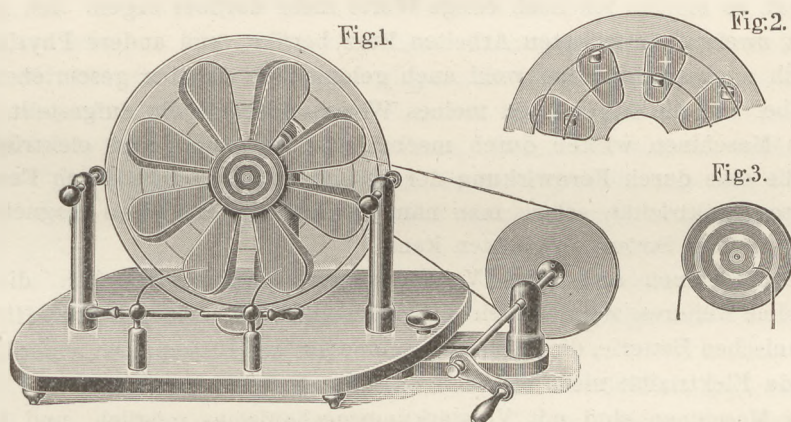
¹⁾ Daß ich so schnell umbauen konnte und baute, hatte seine Gründe. Einmal war ich als Student schon bei einem Mechaniker in die Lehre gegangen, weil ich dachte, daß ein Physiker so leichter konstruieren und schlechte und gute Arbeit unterscheiden könne. Auch war ich etwas vermögend, sodaß ich neben mir noch andere Mechaniker beschäftigen konnte. Dann war ich mit dem, was ich gebaut, nie zufrieden, sondern meinte es immer noch verbessern zu können, weshalb ich auch eine Beschreibung des schon Erreichten von Monat zu Monat verschob. Erst nachträglich habe ich einiges von dem Mitgetheilten in meiner ersten Arbeit über Influenzmaschinen flüchtig berührt. (Pogg. Ann. Bd. 126, S. 171.).

²⁾ Berliner Akademieber. v. April 1865, S. 173.

³⁾ Sturgeon, Annals of Electricity, Vol. VI, p. 97.

elektrisiert. Nach einer halben Umdrehung aber wurden sie durch Einsauger, von denen immer die gleichnamigen mit einander verbunden waren, ihrer Ladung beraubt. Da die Elektrizität der Elektrisiermaschine sich hiernach nicht aufspeichern konnte und nebenbei durch eine sechsfache Glasschicht hindurchwirken mußte, so konnte der Effekt nur gering sein, und ich glaube kaum, daß GOODMAN mehr als die doppelte Elektrizität der Elektrisiermaschine gewann. Der Hauptfehler aber war, daß jede Scheibe an beiden Seiten entgegengesetzte Elektrizitäten erhielt, welche sich banden und somit nur bei gut leitender Verbindung der Endpole in die Einsauger gingen. GOODMAN wollte freilich nur Wasser zersetzen und verzichtete somit von vornherein auf jeden intensiven Effekt. Sonst würde sein Apparat die denkbar ungünstigste Einrichtung einer Influenzmaschine gewesen sein.

Im Jahre 1877 beschrieb ich meine Maschine etwas genauer im Verein mit anderen Maschinen einfacher und zusammengesetzter Art, aber leider in einer Zeitschrift, welche nur wenig verbreitet und zugänglich ist⁴). Die Maschine, welche ich damals beschrieb, ist ganz die alte von 1864, nur äußerlich ist sie etwas modernisiert.



Die bewegliche Scheibe dreht sich um einen Zapfen, der in einer hinteren Holzsäule steckt. Die feste wird seitlich durch zwei Ebonitsäulen gehalten, sodaß man sie gleichzeitig verstellen kann. Statt der Tretvorrichtung funktioniert eine Kurbelwelle, welche zugleich den kleinen Hilfsapparat mit dreht, der nicht weiter berücksichtigt ist. Statt der ursprünglichen 12 Sektoren wirken deren nur 8. Von den nachstehenden Figuren, welche ich jener Arbeit entnahm, zeigt Fig. 1 die Maschine als Ganzes, Fig. 2 ein Stück der Hinterseite der festen Scheibe, Fig. 3 die etwas vergrößerte Einrichtung für Wechselstrom. Nachdem ich die Maschine für Gleichstrom beschrieben, sagte ich wörtlich: „Der Apparat gestattet jedoch neben der gewöhnlichen noch eine ganz eigentümliche Entladungsform unter Berücksichtigung jener oben erwähnten Ringe nämlich, wenn man die verlängerten Konduktoren (ich meinte die Kontaktdrähte) auf denselben schleifen läßt. Die Polarität dieser Ringe wechselt ja wie die Polarität der mit ihnen verbundenen Sektoren. Ein Leiter, welcher zwischen dieselben eingeschaltet ist, wird also abwechselnd von entgegengesetzten Strömen durchflossen werden, und zwar bei vollkommener Schließung in kontinuierlichem Übergange, bei Einschaltung eines Widerstandes mehr oder weniger disruptiv, in jedem Falle mit einer Regelmäßigkeit, wie kein anderer Elektromotor solches zu erzeugen vermöchte. Dazu kommt, daß man hier, wie wohl in keinem anderen Falle, den Stromwechsel

⁴) Mitteil. d. naturw. Vereins von Neuvorpommern und Rügen, 1877, S. 130.

ganz unabhängig von der Stromstärke variieren kann, letztere durch die Influenz der festen, erstere durch die Rotationsgeschwindigkeit der beweglichen Scheibe.“

Es ist mir später eingefallen, daß ich denselben Erfolg noch auf eine ganz andere Weise bewirken konnte, nämlich dadurch, daß ich beide Scheiben auf demselben Zapfen drehbar machte, sodaß sich nach Belieben die eine drehen und die andere feststellen ließ. Die Ebonitfassung der hinteren Scheibe mußte eine Vertiefung haben, damit die Fassung der vorderen in diese hineintrat, um beide genügend annähern zu können. Die Verbindung der festen Scheibe mit der Elektrisiermaschine war mittels zweier Ringe und schleifenden Federn zu bewirken. Die beiden Kontaktdrähte blieben an ihrer Stelle, immer nach zwei Sektoren derjenigen Scheibe zeigend, welche in Ruhe war. Rotierte dann die vordere, so gab die Maschine Gleichstrom, rotierte die hintere, so gab sie Wechselstrom. Ich erwähne diese Einrichtung nicht gerade, weil ich sie empfehlen möchte, sondern weil es mir interessant scheint, daß die Doppelwirkung auch so zu erreichen war.

Da sich hier abermals eine Ähnlichkeit zwischen Magnet- und Influenzmaschinen dokumentiert, so möchte ich noch einige Worte mehr darüber sagen. Ich habe diese Ähnlichkeit zweimal in früheren Arbeiten kurz berührt, und andere Physiker haben sie natürlich auch erkannt und wohl auch gelegentlich darüber geschrieben⁵⁾. Eine Parallele aber wie die folgende ist meines Wissens bisher nicht aufgestellt.

Beide Maschinen wirken durch mechanische Bewegung und elektrische Fernwirkung, die eine durch Fernwirkung der ruhenden, die andere durch Fernwirkung der bewegten Elektrizität, sofern man nämlich nach AMPÈRE einen Magneten als ein System elektrischer Ströme betrachten kann.

Beide Maschinen sind ohne Verstärkungsmechanismus möglich, die Magnetmaschine ohne weiteres, wenn sie einen Stahlmagneten besitzt, sonst mit Hilfsapparat, einer galvanischen Batterie, die Influenzmaschine nur mit Hilfsapparat, einer Elektrisiermaschine, da Elektrizität nicht bleibend fixierbar ist⁶⁾.

Beide Maschinen sind mit Verstärkungsmechanismus möglich, und bei beiden wird ein Teil des Stromes, den der bewegliche Teil liefert, zur Verstärkung der Fernwirkung verwandt, bei der Dynamomaschine durch Haupt- oder Nebenschließung, bei der Influenzmaschine nur durch Nebenschließung, welche hier wenigstens das Vorteilhafteste ist.

Beide Maschinen sind dann gleichzeitig selbsterregend, aber nur unter Voraussetzung metallischen Kontakts, wie ihn die Magnetmaschine immer, die Influenzmaschine nicht immer besitzt, erstere selbsterregend wegen des remanenten Magnetismus, letztere wegen Spuren von Luft- oder erzeugter Reibungselektrizität.

Beide Maschinen drehen sich schwerer, wenn sie Ströme geben, als wenn man durch unrichtige Drehung oder auf andere Weise die elektromotorische Tätigkeit hemmt. Bei richtiger Drehung geht die Influenzmaschine nur dann leichter, wenn man neben der äußeren zugleich die innere Tätigkeit unterdrückt.

Beide Maschinen sind umkehrbar, d. h. es dreht sich der bewegliche Teil von selbst, wenn man Ströme in ihre Pole schickt, und bei beiden dreht er sich dann im entgegengesetzten Sinne, als man ihn drehen muß, wenn die Maschine Ströme, resp. Ströme bei gleicher Richtung liefern soll.

⁵⁾ Pogg. Ann. Bd. 130, S. 170 und die letztgenannte Arbeit S. 173. Siehe auch De Heen, *Théorie mécanique de l'électricité*, Bruxelles 1903.

⁶⁾ Es ist selbstredend, daß man statt der Elektrisiermaschine auch eine andere kleine selbstständig wirkende Influenzmaschine nehmen kann.

Beide Maschinen können mehr als zwei Erregungsstellen haben, welche in wechselnder Polarität aufeinander folgen müssen.

Beide Maschinen können Gleich- und Wechselströme geben unter Mithilfe einfacher Mechanismen, welche wieder bei beiden Maschinen ähnlich sind.

Wer die fragliche Ähnlichkeit zuerst nach allen Richtungen erkannte, war wohl W. SIEMENS, als er im Jahre 1869 seine Dynamomaschine erfunden hatte. Ich weiß noch, wie er mich zu jener Zeit einmal mit den Worten empfing: „Sie werden heute den magnetischen Abklatsch einer Influenzmaschine sehn“.

Eine Universalzeigerwage.

Von

Joh. Kleiber in München.

Die Universalwage, die im folgenden beschrieben werden soll, ist im wesentlichen eine Rolle, deren Drehung durch eine Spiralfeder gehemmt wird. Die Rolle kann sich jeder, der mit Laubsägearbeit etwas vertraut ist, leicht selbst herstellen. Dazu schneidet er sich aus dem Holz von Zigarrenkistchen zunächst drei kreisförmige Scheiben, so groß als es die Verhältnisse gestatten, zwei davon um etwa 2–3 m im Radius größer als die dritte. Diese drei Scheiben werden nun so aufeinander geleimt, daß die kleinere in die Mitte zu liegen kommt. Damit hat man die Rolle fertig und zugleich eine sehr bequeme Schnurlaufrinne darin vorgesehen. Zentrisch durch diese Rolle bohrt man ein Stück einer Stricknadel als Achse und sorgt dafür, daß diese recht fest sitzt.

Die Achse der Rolle ruht, wie Fig 1 zeigt, zwischen einem Stativstab und einer an letzterem mit Hilfe zweier Zapfen u und v daran befestigten Skalenscheibe, und zwar so, daß sie möglichst leicht drehbar ist.

Eine der bekannten Uhrfederspiralen ist ferner, wie aus der gleichen Figur zu ersehen ist, mit ihrem einen Ende a an der Scheibe der Rolle, mit ihrem anderen Ende b am Stative selbst vermittelt je eines kleinen Zapfens befestigt. Hiermit ist das Wesentlichste der Einrichtung erschöpft. Man braucht nur noch eine leichte Wagschale (aus Aluminium zu fertigen!) vermittelt eines Bindfadens an der Rolle in geeigneter Weise zu befestigen, einen Zeiger Z am Ende der Rollenachse anzubringen und die Eichung der Skala in bekannter Weise vorzunehmen, dann ist der Apparat gebrauchsfertig zur Ausführung fast aller mechanischen Versuche, bei denen es sich um eine Kraftbestimmung handelt. Er weist dabei den großen Vorteil auf, daß selbst weit entfernt Sitzende unter den Zuschauern sich sozusagen persönlich an der Kraftausmessung zu beteiligen vermögen, da Zeiger und Skalenscheibe ja eigentlich beliebig groß gewählt werden können. Einige Feinheiten des Apparates, welche bei einer ev. Ausführung des Apparates durch einen Mechaniker erstrebt werden müssen, sollen bei den einzelnen Versuchen unten näher angegeben werden.

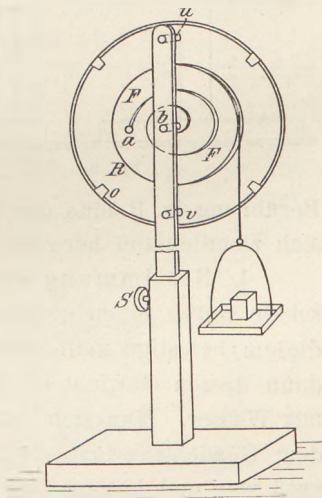


Fig. 1.

1. Versuch. Man lasse die Skala eichen. Dabei erfahren die Schüler den Satz, daß die Ausschläge ziemlich genau proportional den Belastungen werden.

Natürlich hängt dies mehr oder minder von der Wahl der geeigneten Feder ab. (Windungszahl).

Nach einigen Wochen zeigt der Zeiger nicht mehr ganz auf Null. Dies rührt vom Einfluß der Wärme her, die die elastische Deformationsnachwirkung nach und nach auslöst. [Die neuen Federn müssen bei Gebrauch meist etwas ausgereckt werden, indem man sie öfter zwischen Daumen und Zeigefinger hindurchlaufen läßt.] Dies schadet aber nichts. Man rückt dann den an der Achse der Rolle befestigten Zeiger etwas zurück — bei meinem Apparat ist er durch eine kleine Schraube an der Achse fixiert — oder man dreht die Skalenscheibe, bis ihr Nullpunkt mit der Zeigerstellung übereinstimmt. Letzteres ist das Bequemere. Zu dem Ende ist an dem, an den Zapfen *u*, *v* befestigtem Skalenschild, eine dünne mit Papier bezogene Weißblechscheibe als eigentlicher Skalenträger angebracht, welche letzterer durch 4 umgelegte Ohren *o* (vgl. Fig. 1) an dem Skalenschild festgemacht, also vermöge dieser Befestigungsart leicht verstellbar ist.

Sollte die Abweichung der Ausschläge von der Proportionalität zu groß sein, so ist der Schluß berechtigt, daß die Rollachse nicht durch den Schwerpunkt geht. Dies ist aber nach Lösung der Befestigung bei *a* leicht zu korrigieren.

2. Demonstration des spezifischen Gewichtes. (Fig. 2.) Man lasse der Reihe nach die Würfelchen auf die Wagschale legen, die in der bekannten Sammlung

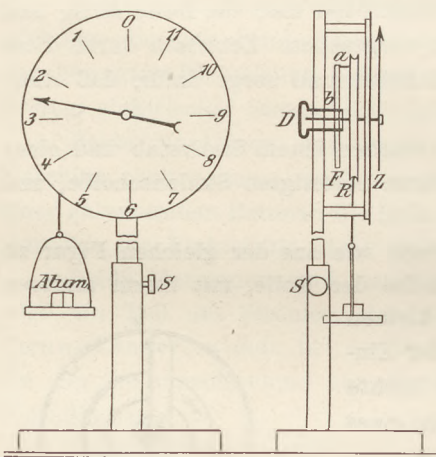


Fig. 2.

von cem verschiedener Stoffe wohl in jedem physikalischen Kabinett vorhanden sind. Meine Wage zeigt nur bis etwas über 11 g. Dies ist aber ausreichend und für diesen speziellen Versuch sogar sehr bequem, da der Gewichtsunterschied der einzelnen Stoffe solchergestalt sehr auffällig hervortritt.

3. Nachweis der Adhäsion. Man benetze die Unterseite der Wagschale mit ein paar Tropfen Wasser, und bringe eine mit Griff versehene

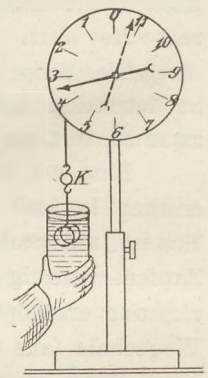


Fig. 3.

Berührung [z. B. eine der Platten für den Voltaschen Versuch.]. Die Wagschale läßt sich ziemlich tief herunter ziehen, ohne daß ein Abreißen stattfindet.

4. Bestimmung des Auftriebes. Man ersetze, wie Fig. 3 zeigt, die Wagschale durch einen gleichschweren Probekörper *K*, der mit Haken versehen ist. An diesem befestige man mittels Bindfadens ein Stückchen Steinkohle. Die Wage zeigt dann dessen Gewicht an (z. B. 11,2 g). Dann bringe man das Stückchen in ein Glas mit Wasser. Man sieht, daß der Zeiger bedeutend zurückgeht (z. B. auf 3,2 g). Aus dem Gewichtsverlust ($11,2 - 3,2 = 8$ g) ergibt sich, daß das Kohlenstückchen 8 cem groß war und hieraus das Gewicht von 1 cem.

5. Die Zerlegung einer Kraft *P* in zwei Komponenten. Man benötigt hierzu zweier Apparate (Fig. 4). Die Wagschalen sind dabei zu entfernen, die auftretende Zeigermeßweisung in schon beschriebener Weise zu korrigieren. Dies führt bei guter Proportionalität zu keinem Fehler; bei schlechter hat man den Zahlenrand für sich drehbar zu machen, oder eine bereitgehaltene neue Skala aufzusetzen. Auf einer

hinter dem Gewicht P aufgestellten Schiefertafel läßt man von den Schülern das Kräfteparallelogramm aus den Ablesungen x und y konstruieren. Es zeigt sich, daß die Resultante R aus x und y der Kraft P an Größe gleich, an Richtung entgegengesetzt ist.

6. Verteilung einer Last auf die Widerlager. Wie Fig. 5 zeigt, legt man ein hier 10 g schweres Stäbchen auf die Wagschalen der zwei Apparate. (Die Wagschalen können auch weggelassen werden, doch muß dann wieder die angedeutete Korrektur eintreten.) Die Wagen zeigen gleiche Ausschläge (je 5 g). Dann setzt man ein Gewichtchen P auf das vielleicht in 5 Teile abgeteilte Stäbchen. Die Ausschläge x und y werden verschieden groß. Wo man aber auch P aufsetzen mag, die Summe der abgelesenen Ausschläge $x + y$ bleibt dieselbe. (Wenn $P = 10$ g ist, so ist $x + y = 20$)¹⁾. Wählt man das Stäbchen so schwer wie 2 Wagschalen, so geben die Zeigerausschläge ohne Abzug die Auflagerdrucke an u. s. w.

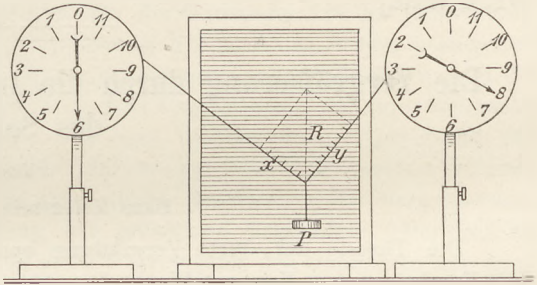


Fig. 4.

7. Ähnlich lassen sich mit der beschriebenen Universalwaage auch die Gesetze für den ein- und zweiarmigen Hebel vorführen, doch bedarf das keiner näheren Beschreibung.

8. Den Reibungskoeffizienten zu bestimmen. Zu dem Ende benutzt man den Apparat in wagenrechtlicher Stellung, wie Fig. 6 zeigt. Man zieht damit ein Zigarrenkistchen fort, dessen Gewicht man durch einen aufgesteckten Zettel weithin kennbar macht. Es ist sofort zu sehen, daß die Reibung nur ein Bruchteil vom

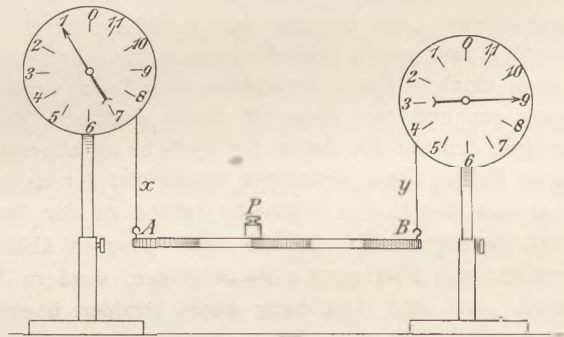


Fig. 5.

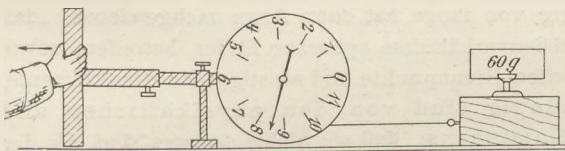


Fig. 6.

Gewichte der zu bewegenden Last ist ($\mu = 8,5 : 60 = 0,142$). Diesen Bruchteil berechnen sich die Zuschauer leicht selbst. Setzt man das Kistchen auf Walzen (Bleistifte!), so wird der Ausschlag noch kleiner (Man setze noch ein 500 g-Stück auf das Kistchen und wiederhole den Versuch).

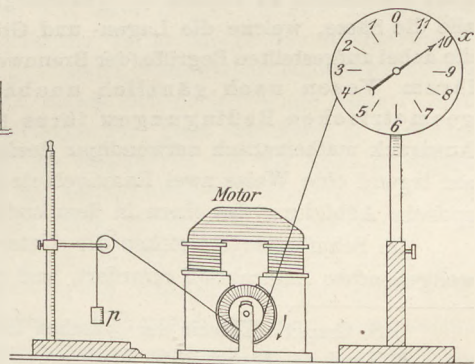


Fig. 7.

9. Eine Reihe weiterer Versuche (elektrische-, magnetische Anziehung, Bestimmung der Steigkraft eines kleinen Zimmerluftballons, der Leistung eines kleinen Motors nach Art der sog. Bremsbandmethode, u. s. w.) ergeben sich hiernach von selbst.

¹⁾ Der Zeiger links (Fig. 5) steht dann auf 11 ein, statt auf 1.

Fig. 7 zeigt die Bremsbandmethode. Man lasse einen kleinen elektrischen Motor anlaufen, lege darüber den Faden der Wage und belaste diesen mit ein paar Gramm so stark, daß man die Tourenzahl bequem mit dem Gehör bestimmen kann. Ist letztere = T , der Ausschlag der Wage = x , das Lastgewicht = p , so ist die Reibung = $(x-p)$, der Weg = $2r\pi \cdot T$, hiernach die Reibungsarbeit sofort durch Multiplikation zu ermitteln. [Z. B. ist $x=10$ g, $p=2$ g, $T=3$ pro sec $r=1$ cm, so folgt als Reibungsarbeit pro sec = rund $150,7$ cm. g = $150,7 \cdot 981 = 147836$ Erg/sec = $0,01$ Watt.]

Die Vergrößerung durch die Instrumente zur Unterstützung des Sehens.

Von

Hans Keferstein in Hamburg.

Die Theorie der durch Vermittlung optischer Instrumente erzeugten Bilder hat seit dem Erscheinen von KEPLERS Werk „Dioptrice“ im Jahre 1611, das noch ohne Kenntnis des richtigen Brechungsgesetzes abgefaßt wurde, dreimal eine wesentliche Umgestaltung erfahren. In der Zeit vor GAUSS beschränkte man sich auf die Untersuchung des Ganges von Zentralstrahlen durch zentrierte, unendlich dünne, in Kontakt befindliche Linsen, d. h. mit den Scheiteln zusammenfallende sphärische Flächen, unter Voraussetzung der Gültigkeit des Brechungsgesetzes (Cotes, Euler u. a.). GAUSS führte in seinen „Dioptrischen Untersuchungen“ „die Gesetze der Abbildung durch beliebig zusammengesetzte Linsensysteme“ zurück „auf gleich einfache Formen, wie sich bei einer einzelnen brechenden Fläche oder einer einzigen Linse verschwindender Dicke ergeben“¹⁾; er setzte irgend eine Anzahl durchsichtiger und von einander durch zentrierte Kugelflächen getrennter Medien voraus und zeigte, daß auf der Achse des Systems im allgemeinen vier Punkte, zwei Brennpunkte und zwei Hauptpunkte, existieren, vermitteltst deren jene Zurückführung möglich ist²⁾. Schließlich hat man sich in den letzten 50 Jahren zu der begründeten Überzeugung durchgearbeitet, daß die allgemeinen Gesetze einer optischen Abbildung von der besonderen Art ihrer Verwirklichung überhaupt nicht abhängen, sondern lediglich durch die Voraussetzung bedingt sind, „daß eine Abbildung durch Strahlen überhaupt stattfindet“³⁾. MÖBIUS und MAXWELL sind auf diesem Wege vorangegangen, ohne sich von gewissen speziellen Voraussetzungen ganz freimachen zu können⁴⁾. Unabhängig von ihnen hat dann ABBE nachgewiesen, „daß alle die Sätze, welche die Lagen- und Größenverhältnisse optischer Bilder betreffen, sowie die dabei aufgestellten Begriffe (der Brennweiten, Brennpunkte und sonstigen Kardinal-elemente) ihrem Wesen nach gänzlich unabhängig sind von den physikalischen und geometrischen Bedingungen ihres Entstehens; daß sie nichts anderes sind, als der Ausdruck mathematisch notwendiger Beziehungen, die sich überall da vorfinden müssen, wo auf irgend eine Weise zwei Raumgebiete in solche Beziehungen zu einander treten, daß eine optische Abbildung des einen in dem anderen stattfindet“⁵⁾.

Im Schulunterricht stehen die Untersuchungsmittel nicht zur Verfügung, die solche weitgehendste Abstraktion erfordert, und es fragt sich, ob es methodisch richtig wäre, sie

¹⁾ S. Czapski, Theorie der optischen Instrumente nach Abbe. Breslau, Trewendt, 1893, S. 25.

²⁾ Vergl. G. Ferraris, Die Fundamental-Eigenschaften der dioptrischen Instrumente. Elementare Darstellung der Gauss'schen Theorie und ihrer Anwendungen. Übersetzt von F. Lippich. Leipzig, Quandt und Händel, 1879, S. VI.

³⁾ S. Czapski a. a. O.

⁴⁾ Vergl. das von den wissenschaftlichen Mitarbeitern an den Zeiss'schen Werkstätten in Jena verfaßte Werk: „Die Bilderzeugung in optischen Instrumenten vom Standpunkte der geometrischen Optik. Herausgeg. von M. von Rohr. Berlin, Julius Springer, 1904, S. 85.

⁵⁾ S. Czapski a. a. O. S. 26.

zu benutzen, wenn sie bereit ständen; bekanntlich beschränkt man sich nicht einmal im mathematischen Unterricht auf den Gebrauch der Axiome, die von der Wissenschaft als notwendig und hinreichend für den Aufbau des Systems nachgewiesen worden sind. Dagegen bietet die Einführung in die Elemente der Theorie von GAUSS nicht nur sachlich keine nennenswerten Schwierigkeiten, wie das Buch von Ferraris zeigt, sondern gestattet auch eine weit exaktere Darstellung der Wirkungsweise der optischen Instrumente, als sie den Schülern der oberen Klassen im allgemeinen geboten wird.

In der vorliegenden Abhandlung benutzen wir die GAUSSsche Art der Betrachtung zur Ableitung der Vergrößerung der zur Unterstützung des normalen Sehens bestimmten Instrumente. Der dabei verfolgte Hauptzweck ist aber keineswegs eine Einführung in die Theorie von GAUSS, vielmehr kam es uns darauf an, jene Vergrößerung der experimentellen Untersuchung möglichst zugänglich zu machen. Der Satz, daß bei allen Instrumenten das Netzhautbild dem Sehwinkel, unter dem das Objekt oder sein optischer Stellvertreter erscheint, proportional ist, gestattet zwar eine einfache theoretische Bestimmung der Vergrößerung, aber nicht durchweg eine messende Bestätigung der erhaltenen Ergebnisse. Dagegen ist eine solche leicht, wenn man als Vergrößerung eines Instrumentes den Quotienten aus einer linearen Dimension des Netzhautbildes bei bewaffnetem Auge und der entsprechenden Dimension bei unbewaffnetem Auge definiert. Es zeigt sich nun, daß sich die Berechnung der so erklärten Vergrößerung sehr einfach gestaltet, wenn man Okular und Auge zu einem System zusammenfaßt bzw. ihr Zusammenwirken durch die Wirkung einer sogenannten äquivalenten Linse, die durch ihre Hauptbrennpunkte und Hauptebenen zu charakterisieren ist, ersetzt. Das etwa vorhandene Objektiv kommt dann nur noch insofern in Betracht, als es Ort und Größe des durch jene Linse unmittelbar abzubildenden Gegenstandes bestimmt. Übrigens werden wir überall die vereinfachende Annahme machen, daß Okular und Objektiv aus je einer unendlich dünnen Linse bestehen und daß auch das Auge durch eine solche Linse in Luft ersetzt ist (reduziertes Auge), ferner daß es sich um ein zentriertes System handelt und nur Zentralstrahlen in Betracht kommen.

Der didaktische Vorzug der Zusammenfassung von Okular und Auge vor der üblichen Darstellungsweise dürfte, von dem dabei angestrebten und oben mitgeteilten Ziele abgesehen, darin gefunden werden, daß auf diesem Wege eine wesentlich anschaulichere Vorstellung von der Art des Zusammenwirkens der optischen Instrumente mit dem Auge zu gewinnen ist. Die Wendung, daß Mikroskop und Fernrohr die Organisation des Auges der Betrachtung des Kleinen und des Fernen anpassen sollen, ist freilich trivial, aber in welcher Weise sich ihre Auffassung trotzdem noch vertiefen läßt, dafür mögen hier zwei Äußerungen angeführt werden, als deren mathematische Formulierung die nachfolgenden Ausführungen gelten können. In einem Vortrage des Herrn Dr. S. CZAPSKI, wissenschaftlichen Mitarbeiters der optischen Werkstätte von Carl Zeiss in Jena, finden sich nachstehende Sätze: „Man hat die Wirkung dieser Art von Fernrohren (der holländischen) ganz zutreffend in folgender Weise gekennzeichnet: Man denke sich das Okular als eine starke vor das Auge gehaltene Konkavbrille, durch welche das Auge, wenn es ein normalsichtiges (emmetropes) — und selbst wenn es ein kurzsichtiges ist — entsprechend stark übersichtlich (hypermetrop) gemacht wird. Ein mit letzterem Fehler behaftetes Auge bedarf bekanntlich zu seiner Korrektur, d. h. um entfernte Gegenstände ohne Anstrengung deutlich zu sehen, eines konvexen Brillenglases. Wird dieses von dem konkaven und dem Auge — statt, wie gewöhnlich, ganz nahe demselben — in einiger Entfernung gehalten, so erhält man ein galileisches Fernrohr. Je ferner nämlich die konvexe Linse sich vor der konkaven befindet, desto länger muß ihre Brennweite sein (in der Terminologie der Augenärzte: desto „schwächer“ darf sie sein); desto stärker ist aber dann die Vergrößerung, welche sie in Verbindung mit der Konkavlinse, dem Okular, hervorbringt⁶⁾.“ Eine verwandte Auffassung hat Herr E. GRIMSEHL auf der letzten Naturforscherversammlung in Kassel zum Ausdruck gebracht: „Das Netz-

⁶⁾ Über neue Arten von Fernrohren, insbesondere für den Handgebrauch. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes. Sitzungsbericht für 1895. Berlin, Simion. S. 39 u. f.

hautbild eines Auges kann auf doppelte Weise vergrößert werden. Erstens dadurch, daß man die Brennweite der Augenlinse durch eine davor gesetzte Konvexlinse verkürzt, dadurch also ermöglicht, daß man den betrachteten Gegenstand nahe an das Auge bringen kann; es wird hier die Bildweite unverändert gelassen, aber die Gegenstandsweite verringert. Zweitens könnte man die Bildweite ohne Änderung der Gegenstandsweite vergrößern, wenn man die Augenlinse nach vorn aus dem Auge verschieben und durch eine Konvexlinse von größerer Brennweite ersetzen könnte⁷⁾.“ Es wird sich allerdings ergeben, daß die Verwendung der Begriffe Gegenstands- und Bildweite in diesen Sätzen näherer Bestimmung bedarf und es treffender gewesen wäre, vom Orte des Objektes bezw. Gegenstandes zu sprechen.

Um ein mögliches Mißverständnis, namentlich auch bei Betrachtung der den nachstehenden Erörterungen beigegebenen Figuren von vornherein auszuschließen, sei bemerkt, daß die in den Zeichnungen eingetragenen Strahlen im allgemeinen keineswegs den wirklichen Strahlengang in dem optischen System darstellen, sondern nur konstruktive Bedeutung haben und geometrische Örter für die Objekt- und Bildpunkte sind.

Die Ableitung der Linsenformel und der Beziehung zwischen Gegenstands- und Bildgröße sei für eine bikonvexe bzw. bikonkave Linse, deren Dicke gegenüber der Größe der Krümmungsradien vernachlässigt werden kann (unendlich dünne Linse) vorausgegangen. Es empfiehlt sich, jene Gleichungen auch auf die Newtonsche Form zu bringen, also für eine auf beiden Seiten gleich gekrümmte Linse auf die Gestalt (Fig. 1)

$$\alpha \cdot \beta = f^2; \quad O/J = \alpha/f = f/\beta$$

wo α den Abstand des Objekts vom ersten Brennpunkt, β den des Bildes vom zweiten Brennpunkt, f die Brennweite, O die (lineare) Größe des (zur Achse senkrechten) Objekts, J die des Bildes bedeutet und α und β positiv oder negativ zu nehmen sind, je nachdem sie vom zugehörigen Brennpunkte aus von der Linse weg oder nach der Linse hin liegen.

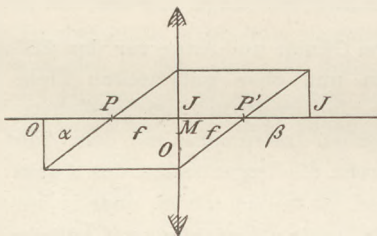


Fig. 1.

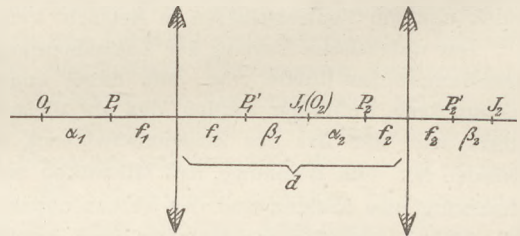


Fig. 2.

Ferner soll festgesetzt werden, daß bei gleicher Lage von O und J zur Hauptachse beide mit gleichem Vorzeichen, bei entgegengesetzter mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen sind, so daß durch ein negatives Vorzeichen von O/J immer eine solche Lage des Bildes angezeigt wird, die im Vergleich zum Objekt eine umgekehrte ist (für Fig. 1 wäre also genauer $O/-J = \alpha/f = f/\beta$).

Für zwei zentrierte unendlich dünne Linsen mit den Brennweiten f_1 und f_2 und dem Abstand d , der mit Rücksicht auf die Deutlichkeit der Zeichnung hier vorläufig größer als die Summe $f_1 + f_2$ angenommen wird, mögen die Gegenstandsweiten α_1 und α_2 , die Bildweiten β_1 und β_2 sein, so daß (Fig. 2)

$$\alpha_1 \cdot \beta_1 = f_1^2; \quad \alpha_2 \beta_2 = f_2^2; \dots \dots \dots (1)$$

$$f_1 + f_2 + \beta_1 + \alpha_2 = d. \dots \dots \dots (2)$$

Aus den Gleichungen (1) folgt

$$\beta_1 + \alpha_2 = f_1^2/\alpha_1 + f_2^2/\beta_2 = (f_1^2 \cdot \beta_2 + f_2^2 \cdot \alpha_1)/(\alpha_1 \cdot \beta_2).$$

⁷⁾ Neue physikalische Unterrichtsapparate. Verhandlungen der Deutschen physikalischen Gesellschaft. V. Jahrgang. Braunschweig, Friedrich Vieweg und Sohn, 1903, S. 324.

Setzt man diesen Wert in Gleichung (2) ein, so ergibt sich

$$f_1^2 \cdot \beta_2 + f_2^2 \cdot \alpha_1 = (d - f_1 - f_2) \cdot \alpha_1 \cdot \beta_2 = \delta \cdot \alpha_1 \cdot \beta_2; \text{ wo } \delta = d - f_1 - f_2$$

den Abstand der beiden benachbarten (inneren) Brennpunkte P_1' und P_2 bezeichnet. Also ist

$$\alpha_1 \cdot \beta_2 = \beta_2 \cdot (f_1^2/\delta) + \alpha_1 \cdot (f_2^2/\delta); \dots \dots \dots (3)$$

Für Strahlen, welche parallel zur Achse des Systems auf die erste Linse treffen, wird $\alpha_1 = \infty$; $\beta_1 = 0$; $\alpha_2 = \delta$; $\beta_2 = f_2^2/\delta$; d. h. die Strahlen schneiden sich nach dem Durchgang durch das Linsensystem in einem Punkte, dem zweiten Hauptbrennpunkt des Systems, dessen Abstand q_2 von der zweiten Linse durch die Beziehungen bestimmt ist

$$q_2 = f_2 + f_2^2/\delta = (f_2 \cdot d - f_1 \cdot f_2)/\delta; \quad q_2 - f_2 = f_2^2/\delta. \dots \dots \dots (4a)$$

Entsprechend erhält man durch Betrachtung von Strahlen, die parallel zur Achse auf die zweite Linse treffen, für den Abstand q_1 des ersten Hauptbrennpunkts von der ersten Linse

$$q_1 = f_1 + f_1^2/\delta = (f_1 \cdot d - f_1 \cdot f_2)/\delta; \quad q_1 - f_1 = f_1^2/\delta. \dots \dots \dots (4b)$$

Rechnet man nun Gegenstands- und Bildweite von den so bestimmten Hauptbrennpunkten des Systems aus, so ergibt sich bei Bezeichnung von jener mit α , von dieser mit β

$$\alpha_1 = q_1 - f_1 + \alpha; \quad \beta_2 = q_2 - f_2 + \beta.$$

Führt man diese Werte in Gleichung (3) ein und vereinfacht, so erhält man

$$\alpha \cdot \beta = (f_1 \cdot f_2/\delta)^2 = F^2. \dots \dots \dots (6)$$

Für das Linsensystem gilt also wieder die Newtonsche Linsenformel, wenn man das System durch eine Linse, die sogenannte äquivalente Linse, mit der beiderseits gleichen Hauptbrennweite $F = f_1 \cdot f_2/\delta$ ersetzt denkt.

Dieses hier zunächst rein formal abgeleitete Ergebnis erhält durch folgende Überlegung eine physikalische Bedeutung. Bezeichnet man die Größen von Objekt und Bild in Bezug auf die erste Linse mit O_1 und J_1 , in Bezug auf die zweite mit O_2 und J_2 und berücksichtigt, daß J_1 hier mit O_2 identisch ist, so erhält man

$$O_1/J_1 = \alpha_1/f_1; \quad O_2/J_2 = J_1/J_2 = f_2/\beta_2;$$

also durch Multiplikation

$$O_1/J_2 = (\alpha_1/\beta_2) \cdot (f_2/f_1). \dots \dots \dots (7)$$

Wird nun im besonderen Falle (Fig. 3)

$$\alpha_1' = F + q_1 - f_1 = f_1 \cdot d/\delta - f_1 = f_1 \cdot (f_1 + f_2)/\delta,$$

so folgt aus Gleichung (3)

$$\beta_2' = f_2 \cdot (f_1 + f_2)/\delta = f_2 \cdot d/\delta - f_2 = F + q_2 - f_2; \text{ also } \alpha_1'/\beta_2' = f_1/f_2;$$

mithin $O_1/J_2 = 1$; also $O_1 = J_2$. Es gibt hiernach für unser Linsensystem zwei zur Achse senkrechte Ebenen von der Eigenschaft, daß ein in der ersten Ebene liegendes Objekt in der zweiten kongruent abgebildet wird.

Jeder das System durchsetzende Lichtstrahl trifft mithin beide Ebenen auf derselben Seite der Achse im gleichen Abstände von dieser; sein Verlauf zwischen beiden Ebenen kann zum Zwecke der Bildkonstruktion immer durch eine Parallele zur Achse ersetzt werden. Ein vom Objekt ausgehender achsenparalleler Strahl schneidet zunächst beide

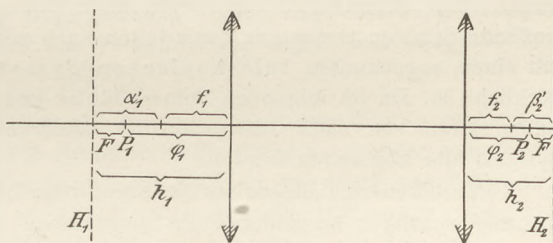


Fig. 3.

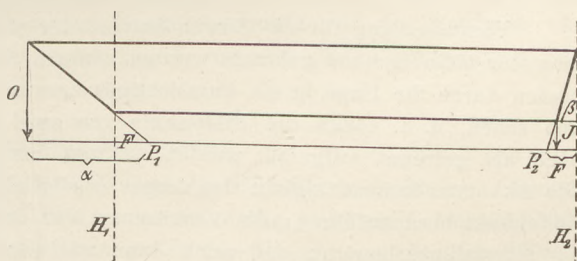


Fig. 4.

Ebenen in gleicher Höhe und geht dann durch den zweiten Hauptbrennpunkt P_2 ; ein Objektstrahl, der durch den ersten Hauptbrennpunkt P_1 geht, schneidet ebenfalls die zweite Ebene H_2 ,

in derselben Höhe wie die erste H_1 und geht dann achsenparallel weiter (Fig. 4). Diese beiden Ebenen H_1 und H_2 , welche die Hauptebenen des Systems heißen, haben nach dem Voranstehenden von den zugehörigen Linsen die Abstände $h_1 = f_1 \cdot d/\delta$; und $h_2 = f_2 \cdot d/\delta$. Ist der Abstand der beiden Linsen größer als die Summe ihrer Brennweiten (wie in Fig. 2 und Fig. 4), so werden h_1 und h_2 positiv und sind in Bezug auf das System nach außen hin zu nehmen. Ferner wird nun nach (4a) und (4b) und (6)

$$q_1 = h_1 - F; \quad q_2 = h_2 - F;$$

d. h. die Brennweite F der äquivalenten Linse ist auf jeder Seite von der betreffenden Hauptebene aus und zwar bei positivem F nach der zugehörigen Linse hin zu rechnen. Die äquivalente Linse ist durch ihre Brennweite F und die Lage der Hauptebenen zur Bildkonstruktion ausreichend charakterisiert⁸⁾. Insbesondere ergibt sich an Figur 4 ohne weiteres die Beziehung

$$O/J = \alpha/F = F/\beta. \dots \dots \dots (8)$$

Zwei zentrierte, durch ihre Hauptebenen und Brennweiten bestimmte Systeme lassen sich wieder nach dem gleichen Verfahren zu einem äquivalenten System zusammensetzen; d bedeutet dann den Abstand der zweiten Hauptebene des ersten Systems von der ersten Hauptebene des zweiten Systems.

Die abgeleiteten Formeln verlieren offenbar ihre Bedeutung, wenn $d = f_1 + f_2$, also $\delta = 0$ wird; q_1 , q_2 , F , h_1 und h_2 nehmen unendlich große Werte an, eigentliche Hauptbrennpunkte und Hauptebenen existieren nicht mehr. Parallel auf die erste Linse des Systems treffende Strahlen treten aus der zweiten auch wieder unter sich parallel aus, wir haben es mit einem sogenannten teleskopischen System zu tun, wie es in den Fernrohren verwirklicht ist. Da im folgenden immer Okular und reduziertes Auge zusammengefaßt werden sollen, kann von einer Diskussion der bemerkenswerten Eigenschaften des teleskopischen Systems hier abgesehen werden.

Für bikonkave Linsen ist die Brennweite bekanntlich negativ zu rechnen; die Untersuchung sonstiger spezieller Fälle verschieben wir am besten, bis die beabsichtigten besonderen Anwendungen sie notwendig machen.

Nun muß der Schüler den größeren Bau des Auges etwa an dem anatomischen Befunde eines Rinderauges kennen lernen und mit dem Begriffe des reduzierten Auges bekannt gemacht werden. Das Ergebnis der wissenschaftlichen Untersuchung kann ihm hier allerdings nur dogmatisch mitgeteilt werden, wenn auch unter Hinweis auf die vorausgegangene Ableitung des Begriffes der äquivalenten Linse. Übrigens reicht für das Weitere aus, daß das nicht akkommodierte Auge, sofern die Größe der von Objekten entworfenen Netzhautbilder in Frage steht, wie eine unendlich dünne Glaslinse in Luft mit der Brennweite $f_2 = 15$ mm wirkt, die sich von der Netzhaut in einem Abstände von 15 mm befindet. Unter dem reduzierten Auge wollen wir im folgenden immer eine solche Linse verstehen.

Wir wenden uns jetzt der Betrachtung der optischen Instrumente zu.

1. Die einfache Lupe.

Voraussetzung für die Anwendbarkeit der einfachen Lupe ist, daß Auge und Objekt einander beliebig nahe gebracht werden können. Das normalsichtige Auge wird gewissermaßen durch die Lupe in ein kurzsichtiges verwandelt. Will man ein kleines Objekt deutlich sehen, d. h. sollen die Bildpunkte von zwei nahe benachbarten Gegenstandspunkten noch als getrennt aufgefaßt werden, so muß man es in die deutliche Sehweite s bringen. Die Akkommodationsfähigkeit des Auges ermöglicht, das Objekt noch weiter bis an den Nahepunkt heranzuführen; die Verkürzung der Brennweite durch die stärkere Krümmung der Krystalllinse bewirkt, daß auch dann noch das Bild auf der Netzhaut entworfen wird,

⁸⁾ *Anm.* Die obige Ableitung ist im wesentlichen die Umkehrung der von G. Jäger in seiner Theoretischen Physik II, Sammlung Göschel, in § 10 gegebenen. Jäger setzt die Existenz der Hauptebenen voraus, während sie hier bewiesen wird.

genau wie beim akkommodationslosen Sehen nach entfernten Gegenständen. Einer größeren Annäherung des Objekts vermag sich das Auge aber nicht mehr anzupassen, das Bild würde hinter die Netzhaut fallen. Das Gebiet der Akkommodationsfähigkeit des Auges läßt sich nun gewissermaßen erweitern dadurch, daß man eine Bikonvexlinse (Lupe) von der Brennweite f_1 nahe vor das Auge bringt. Der Brennpunkt des dem reduzierten Auge und der Lupe äquivalenten Systems wird dabei von der Netzhaut nach der Lupe hin verschoben, ein stark genäherter Gegenstand entwirft daher sein Bild doch noch auf der Netzhaut (Brillen für Übersichtige!). Nach den eingeführten Bezeichnungen ist hierfür erforderlich, daß der Abstand q_2 des zweiten Hauptbrennpunkts des äquivalenten Systems vom reduzierten Auge kleiner als die Brennweite f_2 des reduzierten Auges, also da nach (4a) $q_2 - f_2 = f_2^2/\delta$ ist, daß $\delta < 0$, mithin wegen $\delta = d - f_1 - f_2$; $d < f_1 + f_2$ wird, d. h. der Abstand der Lupe und des reduzierten Auges muß kleiner als die Summe der Brennweiten beider Linsen sein.

Das Verhältnis der Größe des unter diesen Voraussetzungen erzeugten Netzhautbildes zu der Größe desjenigen, das der in der deutlichen Sehweite befindliche gleiche Gegenstand erzeugt, nennen wir die Vergrößerung der Lupe. Ihr Wert ergibt sich durch folgende einfache Überlegung. Der Abstand β des Bildes vom zweiten Hauptbrennpunkt des äquivalenten Systems ist, da es auf der Netzhaut liegen muß, gleich der Differenz der soeben definierten Größen f_2 und q_2 , also $\beta = f_2 - q_2$ und demnach nach den früheren Bestimmungen positiv. Nach (4a) ist $f_2 - q_2 = -f_2^2/\delta$; und nach (6) $\alpha \cdot \beta = (f_1 \cdot f_2/\delta)^2$; es folgt für den Abstand α des Gegenstands vom 1. Hauptbrennpunkt hieraus $\alpha = -f_1^2/\delta = f_1 - \varphi_1$; d. h. der Gegenstand muß (nahezu) in den ersten Brennpunkt der Lupe gebracht werden. Aus Gleichung (8) ergibt sich nun, da $\alpha = -f_1^2/\delta$ und $F = f_1 \cdot f_2/\delta$ für das Verhältnis von Objekt und Bildgröße

$$O/J = -(f_1/f_2);$$

das negative Vorzeichen zeigt an, daß wir es mit einem umgekehrten Bild zu tun haben; Objekt und Bildgröße verhalten sich wie die Brennweite der Lupe zu der des reduzierten Auges. Befindet sich das Objekt für das unbewaffnete Auge in der deutlichen Sehweite s und ist die zugehörige Bildgröße J' , so wird $O/J' = -s/f_2$; also $J/J' = s/f_1$. Die Vergrößerung ist gleich dem Verhältnis der deutlichen Sehweite zur Brennweite der Lupe.

Man kann übrigens annehmen, daß die Lupe wie das Okular aller optischen Instrumente dem reduzierten Auge bis auf $d = 15 \text{ mm} = f_2$ (die Optiker rechnen gewöhnlich 20 mm) genähert wird. Dann ist $\delta = d - f_1 - f_2 = -f_1$; der zweite Hauptbrennpunkt des äquivalenten Systems hat von der Netzhaut nach vorn den Abstand $f_2 - q_2 = f_2^2/f_1$; also z. B. bei 10 facher Vergrößerung ($s = 25 \text{ cm}$; $f_1 = 2,5 \text{ cm}$) 9 mm. Die Brennweite des Systems hat unter diesen Voraussetzungen denselben absoluten Wert wie die des reduzierten Auges, da $F = (f_1 \cdot f_2)/\delta = -f_2$. Ferner wird $h_1 = f_1 \cdot d/\delta = -f_2$; $h_2 = -f_2^2/f_1$; die erste Hauptebene fällt an den Ort des reduzierten Auges, die zweite steht vom reduzierten Auge nach der Lupe hin um ebensoviel ab (z. B. 9 mm) wie der zweite Hauptbrennpunkt von der Netzhaut, die Hauptebenen kreuzen sich gewissermaßen (vergl. Fig. 5, wo auch die Bildkonstruktion für 10 fache Vergrößerung ausgeführt ist).

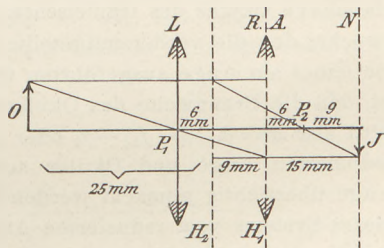


Fig. 5.

2. Das einfache Mikroskop.

Die Brennweite des Objektivs sei f_0 , der Abstand von Objektiv und Okular l . Dieser Abstand wird so bemessen, daß das reelle Bild O' des um wenig mehr als f_0 vom Objektiv entfernten Gegenstandes O nahezu im ersten Brennpunkt des Okulars entsteht. Das Okular wirkt dann als Lupe, durch die O' betrachtet wird, und erzeugt mit dem Auge zusammen das vergrößerte Netzhautbild J ; da O' ein umgekehrtes Bild ist, wird J wieder aufrecht, und man sieht den Gegenstand in umgekehrter Lage. Bezeichnen wir die Größe des Netzhaut-

bildes, das von dem in der deutlichen Sehweite s befindlichen Objekt bei unbewaffnetem Auge erzeugt werden würde, mit J' , so gelten folgende drei Gleichungen

$$O'/O = -(l - f_1)/f_0; \quad J/O' = -f_2/f_1; \quad O/J' = -s/f_2.$$

Durch Multiplikation ergibt sich $J/J' = -[s(l - f_1)]/(f_0 \cdot f_1)$ als Vergrößerung des einfachen Mikroskops. Der Fortschritt gegenüber der Lupe besteht lediglich darin, daß dem Auge statt des Objekts ein vergrößertes reelles Bild des Objekts zur Betrachtung geboten wird.

3. Das astronomische Fernrohr.

Das Fernrohr hat insofern eine wesentlich neue Aufgabe zu lösen, als es der Betrachtung von Objekten dient, die dem Auge nicht beliebig nahe gebracht werden können. Der nächstliegende Weg, eine Vergrößerung des im unbewaffneten Auge erzeugten Netzhautbildes zu erreichen, ist offenbar, im vorderen Brennpunkt einer vor das Auge gehaltenen Lupe ein reelles Bild des Gegenstands durch eine Bikonvexlinse entstehen zu lassen, die um ihre Brennweite f_0 von jenem Brennpunkt entfernt ist. Das reelle Bild ersetzt das Objekt in optischer Hinsicht bis zu einem gewissen Grade völlig, es ist der optische Gesandte des Objekts, freilich ein auf den Kopf gestellter, bei dem obendrein rechts und links vertauscht sind. Da beim Sehen durch das Fernrohr im allgemeinen nur ferne Gegenstände in Betracht kommen, darf die Entfernung a des Objekts vom Mittelpunkt des reduzierten Auges gleich seinem Abstand vom ersten Brennpunkt der Lupe gesetzt werden. Bezeichnen wir wie beim Mikroskop die Objektgröße mit O , die Größe des reellen Bildes mit O' , die des Netzhautbildes bei unbewaffnetem Auge mit J' , bei mit dem Fernrohr bewaffnetem Auge durch J , so gelten die Gleichungen:

$$J/O' = -f_2/f_1; \quad O'/O = -f_0/a; \quad O/J' = -a/f_2;$$

woraus durch Multiplikation $J/J' = -f_0/f_1$ folgt. Die Vergrößerung ist also gleich dem Verhältnis der Brennweiten von Objektiv und Okular. Das Netzhautbild ist aus denselben Gründen wie beim Mikroskop aufrecht, der Gegenstand wird daher umgekehrt gesehen.

4. Das Galileische Fernrohr.

Während die vor das normalsichtige Auge gebrachte Lupe und ebenso das bikonvexe Okular eines optischen Instruments eine Art künstlicher Kurzsichtigkeit erzeugt, ruft das bikonkave Okular des Galileischen Fernrohrs gewissermaßen Übersichtigkeit hervor zu einem Zwecke, den die vorher mitgeteilte Bemerkung Czapskis andeutet. Unsrer Formeln gestatten die dabei am Auge ausgeführten Operationen rechnerisch zu verfolgen, wobei zu beachten ist, daß die Brennweite des Okulars hier negativ, also als $-f_1$ eingestellt werden muß. Es wird also $\delta = d - (-f_1) - f_2$ oder $\delta = d - (f_2 - f_1)$, und für die Hauptbrennweite des dem reduzierten Auge und Okular äquivalenten Systems ergibt sich $F = -f_1 \cdot f_2/\delta$. Da das Auge übersichtlich gemacht werden soll, muß der Abstand φ_2 des zweiten Hauptbrennpunkts dieses Systems vom reduzierten Auge größer als die Brennweite f_2 des Auges, also da nach (4a) $\varphi_2 - f_2 = f_2^2/\delta$ ist, $\delta > 0$, d. h. $d > f_2 - f_1$ sein. Für den absoluten Wert des Abstandes β des Bildes vom zweiten Hauptbrennpunkte gilt, weil es auf der Netzhaut liegen muß, die Beziehung $\beta = \varphi_2 - f_2$ und zwar ist β nach Früherem negativ zu rechnen. Da nun nach (4a) $\varphi_2 - f_2 = f_2^2/\delta$ und nach (6) $\alpha \cdot \beta = (-f_1 \cdot f_2/\delta)^2$ ist, so folgt für den absoluten Abstandswert α des Gegenstandes vom ersten Hauptbrennpunkt $\alpha = f_1^2/\delta = \varphi_1 - f_1$, wo φ_1 und f_1 absolute Werte bedeuten. α ist also auch negativ, und zwar ist der Gegenstand (nahezu) in den ersten, d. h. in den nach dem Auge zu gelegenen Brennpunkt des Okulars zu bringen. Schließlich folgt aus Gleichung (8) $O/J = -\alpha/F = f_1/f_2$, d. h. Objekt und Bild haben dieselbe Lage.

Um Objektstrahlen zu erhalten, die nach der ersten, nach dem Auge zu gelegenen, Brennebene des Okulars hinzielen, hat man bei der Betrachtung unendlich ferner Gegenstände wieder nur nötig, eine bikonvexe Objektivlinse in solche Entfernung vor das Auge zu bringen, daß ihr zweiter Brennpunkt mit dem ersten (hinteren) des Okulars zusammen-

fällt. Bei Benutzung der Beziehungen, die für die Beschreibung der Wirkung des astronomischen Fernrohrs eingeführt wurden, ergibt sich

$$J/O' = f_2/f_1; \quad O'/O = -f_0/a; \quad O/J' = -a/f_2;$$

und daraus durch Multiplikation $J/J' = f_0/f_1$. Die Vergrößerung ist wieder gleich dem Verhältnis der Brennweiten von Objektiv und Okular, das Netzhautbild in Bezug auf das Objekt umgekehrt, der Gegenstand wird daher aufrecht gesehen. Natürlich kommt hier ein reelles Bild O' überhaupt nicht zu stande, was aber seiner rechnerischen Verwertung nicht im Wege steht.

Macht man wieder von der bei Besprechung der Lupe begründeten Annahme Gebrauch, daß der Abstand d des Okulars vom reduzierten Auge gerade gleich der Brennweite f_2 des reduzierten Auges ist, so wird $\delta = f_1$ und $F = -f_2$, d. h. der absolute Wert der Hauptbrennweite des mit Okular und Auge äquivalenten Systems ist gleich der Brennweite des reduzierten Auges. F ist dabei von der zweiten Hauptebene H_2 des Systems aus und zwar wegen des negativen Vorzeichens nach der Netzhaut hin zu rechnen. Da H_2 vom reduzierten Auge nach der Netzhaut hin um den Abstand $h_2 = f_2 \cdot d/\delta = f_2^2/f_1$ entfernt ist, liegt der zweite Hauptbrennpunkt P_2 in der gleichen Entfernung f_2^2/f_1 hinter der Netzhaut. Der Abstand der ersten Hauptebene H_1 vom Okular ist $h_1 = -f_1 d/\delta = -f_2$, d. h. sie fällt in das reduzierte Auge (Fig. 6). Die unter dieser speziellen Voraussetzung beim Hinzutreten des Objektivs mit der Brennweite f_0 auftretenden Verhältnisse sind in Fig. 7 skizziert, in der P den Brennpunkt des Objektivs, N die Netzhaut, P_1 den ersten, P_2 den zweiten Hauptbrennpunkt des mit Okular und reduziertem Auge äquivalenten Systems, H_1 und H_2 dessen Hauptebenen bezeichnen.

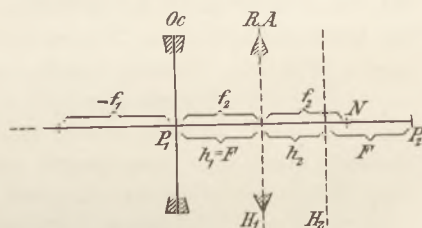


Fig. 6.

Eine bequeme Art der experimentellen Vorführung der Wirkungsweise der optischen Instrumente im Sinne unserer Ableitung hat Herr E. GRIMSEHL in der bereits angeführten Abhandlung über: „Neue physikalische Unterrichtsapparate“ (S. 323 und 324) angegeben. Übrigens wird man jede der bisher üblichen Versuchsanordnungen für diesen Zweck benutzen können und nur ihre Deutung der von uns begründeten Auffassung anzupassen haben.

Wenn die vorliegende Ableitung zeigt, daß die Vergrößerung der optischen Instrumente ohne Kenntnis des Strahlengangs berechnet werden kann, so war dies Ergebnis nach der Abbeschen Abbildungstheorie vorauszusehen. Jene Kenntnis ist aber nicht mehr entbehrlich,

wenn es sich um die Feststellung der Helligkeit des Bildes und der Größe des Gesichtsfeldes des Instrumentes handelt. Dann genügt jedoch auch die in der Mehrzahl der elementaren Lehrbücher der Physik gegebene Darstellung nicht, vielmehr müssen, wie in der CZAPSKISCHEN Auseinandersetzung der Abbeschen

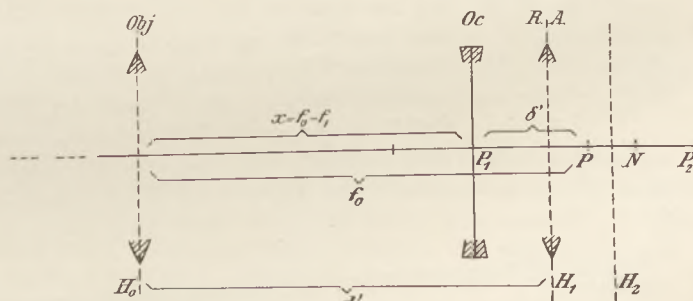


Fig. 7.

Theorie⁹⁾ eingehend gezeigt ist, die Begriffe der Eintritts- und Austrittspupille und der Aperturblende eingeführt werden. Vielleicht bietet sich in einem späteren Aufsätze Gelegenheit, diese wichtigen Beziehungen in schulgemäßer Weise auseinanderzusetzen.

⁹⁾ S. Czapski a. a. O.

Vakuumheber und Überheber.

Von

A. Weinhold, Chemnitz.

Herr Prof. Dr. Steinbrinck in Lippstadt fragte bei mir an wegen der Konstruktion einer einfachen Vorrichtung zum Nachweis, daß ein Heber auch ohne Mitwirkung des Luftdrucks, bezw. bei größerer Höhe, als sie dem Luftdruck entspricht, fließen kann infolge des Kohäsionsdrucks der Flüssigkeit.

Am leichtesten läßt sich ein Vakuumheber mit Wasser herstellen; Fig. 1 zeigt ihn in $\frac{1}{10}$ der natürlichen Größe; er ist durch Auskochen gut luftfrei gemacht. Ein Kork *c* ist zwischen die Röhren gekittet und festgebunden, weil die Vorrichtung sonst zu zerbrechlich ist. Die Höhe von *a* bis zur oberen Biegung beträgt 60 bis 70 cm, damit ersichtlich ist, daß nicht die Spannung des Wasserdampfes (bei Zimmertemperatur 20 bis 30 cm Wassersäule) das Fließen des Hebers bewirkt.

Wird der Apparat aus der gezeichneten Stellung um 90 Grad nach rechts gedreht, so läuft das Wasser nach der größeren Kugel *a*. Dreht man ihn danach um die untere der jetzt horizontal liegenden Röhren als Achse um etwas mehr als 90 Grad, sodaß *a* etwas höher kommt, als *b*, und richtet ihn, sobald die Röhren voll Wasser gelaufen sind, rasch wieder in die gezeichnete Stellung auf, so läuft das Wasser aus *a* so lange durch den Heber nach der Kugel *b*, bis diese gefüllt ist. Ein schwacher Schlag mit einem harten Körper gegen die obere Biegung des Hebers bewirkt die Bildung einer Dampfblase und damit das Zerreißen des Wassers und das Herabfallen bis auf das Niveau in den Kugeln — ist *b* bereits gefüllt, so fällt die Wassersäule natürlich nur in dem an *a* sitzenden Rohre.

Mit trockenem Quecksilber scheint die Herstellung eines entsprechenden Apparates sehr schwierig zu sein, weil die geringste Verunreinigung oder Rauigkeit der Glaswand ein vollkommenes Anlegen des Quecksilbers verhindert und der minimalste Hohlraum im Heberrohr das Herabfallen des Quecksilbers bewirkt. Dagegen läßt sich mit nassem Quecksilber ein Vakuumheber leicht herstellen. Man gibt ihm ähnliche Form, wie Fig. 1, macht aber den Heber nur 30 bis 40 cm hoch und aus einem Rohre von beträchtlicher Wandstärke bei nur 2 bis $2\frac{1}{2}$ mm lichter Weite. Man füllt zunächst das Gefäß *a* etwa zur Hälfte mit reinem Quecksilber, dann den ganzen übrigen Hohlraum des Apparates mit Wasser und kocht vor dem Zuschmelzen, natürlich bei horizontaler Lage der Röhren und abwärts gekehrtem Gefäß *a*, das ganze Wasser bis auf wenige Kubikzentimeter weg.

Beide Apparate sind jederzeit ohne weiteres zur Ausführung des Versuches zu verwenden. Weniger bequem ist der Versuch mit einem 1 m hohen Quecksilberheber in freier Luft. Fig. 2 zeigt den Heber in $\frac{1}{10}$ der natürlichen Größe in der Stellung, in der er von

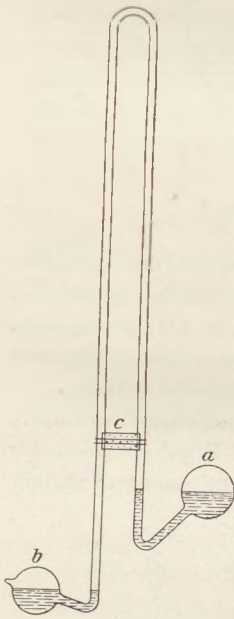


Fig. 1.

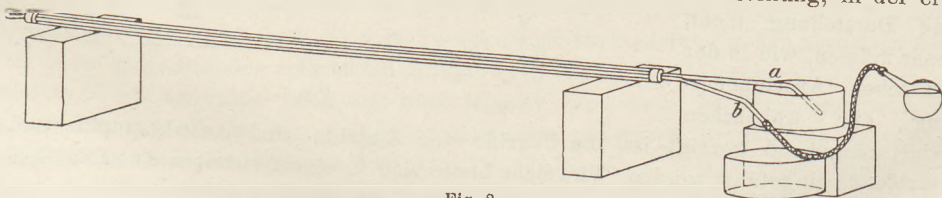


Fig. 2.

Luft befreit und mit Quecksilber gefüllt wird. Die beiden langen Schenkel sind zur Vermeidung zu leichten Zerbrechens in ein weiteres Glasrohr eingeschoben und mit Korken festgeklemmt. Der eine Schenkel ist nahe am Ende des weiten Glasrohres unter einem

Winkel von 20 bis 30 Grad von dem anderen Schenkel abgebogen; die untersten 4 Zentimeter beider Schenkel sind so gebogen, daß sie einander parallel sind und mit einer durch die divergierenden Rohrstücke gelegten (in Fig. 2 horizontalen) Ebene Winkel von etwa 45 Grad bilden. Ein 30 ccm fassendes Kölbchen mit verengtem Halse wird zu $\frac{2}{3}$ mit Wasser gefüllt und durch einen guten, engen, 30 bis 40 cm langen Kautschukschlauch mit dem einen Ende des auf passenden Unterlagen wagrecht liegenden Hebers verbunden, während das andere Ende in ein fast bis zum Rande mit Quecksilber gefülltes, auf einer etwas niedrigeren Unterlage stehendes Nöpfchen taucht; ein tiefer stehendes Nöpfchen dient später zur Aufnahme des abfließenden Quecksilbers. Das Kölbchen wird in einen, in der Figur nicht gezeichneten, Halter gespannt und mittels eines Bunsenbrenners bis auf wenige Zentimeter leer gekocht — damit ein kräftiger Dampfstrahl durch den Heber strömt, muß man ziemlich stark erhitzen.

Nach dem Wegnehmen des Bunsenbrenners erfüllt das Quecksilber den Heber und den Hohlraum des Kölbchens. Ist das Rohr des Hebers höchstens 2 mm weit, so genügt es, nach dem völligen Erkalten der Vorrichtung den Schlauch von dem einen Ende des Hebers abzuziehen, um diesen zum Fließen zu bringen, und er fließt fort, wenn man ihn dann vorsichtig bis zur senkrechten Stellung aufrichtet; das anfangs an der Rohrwand und besonders an den Biegungen *a* und *b* sitzende Wasser zieht sich zu kleinen Säulchen zusammen und wird von dem fließenden Quecksilber mit fortgespült. Ist das Rohr etwas weiter, so bilden sich beim Aufrichten des Hebers leicht Säulchen, die nicht mit fortgespült werden und die Heberwirkung stören; bei einem solchen etwas weiteren Heber verfährt man so, daß man zunächst den Kautschukschlauch mit den Fingern oder einer Klemme nahe am Halse des Kölbchens fest zusammendrückt, ihn von dem Kölbchen abzieht und dafür den engen Hals eines kleinen Trichters einschiebt; den Trichter hält man so niedrig, daß er sich durch den noch horizontal liegenden Heber mit Quecksilber füllt, wenn man die Zusammendrückung des Schlauches aufhebt. Sobald der Trichter nahezu gefüllt ist, preßt man den Schlauch wieder fest zu, hebt den Heber aus dem Quecksilbernöpfchen und befestigt ihn mit der Biegung nach unten senkrecht in einem Halter. Dann schiebt man auch auf das zweite Ende des Hebers einen engen, aber nur etwa 10 cm langen Kautschukschlauch, in dessen zweites Ende auch ein kleiner Trichter gesteckt ist. Durch vorsichtiges abwechselndes Heben und Senken des ersten Trichters nach abermaliger Aufhebung der Zusammenpressung des längeren Schlauches gelingt es, den allergrößten Teil des Wassers aus dem Heber zu entfernen; ist das Wasser über das Quecksilber in den Trichtern getreten und der Heber mit Quecksilber gefüllt, so klemmt man den längeren Schlauch zum dritten Male zu und gibt dem Heber wieder die in der Figur gezeichnete, wagrechte Lage. Jetzt zieht man erst den kurzen Schlauch von dem einen Ende des Hebers ab (natürlich unter dem Quecksilber des oberen Nöpfchens), dann den längeren Schlauch von dem anderen Ende: der Heber beginnt zu fließen und kann nun vorsichtig aufgerichtet werden, ohne daß das Fließen aufhört.

Nachschrift. In einem Aufsatz „Über dynamische Wirkungen innerer Spannungsdifferenzen von Flüssigkeiten und ihre Beziehung zum Saftsteigeproblem der Bäume“ (*Flora*, 1904, Bd. 93, Heft 2, S. 129 ff.) vertritt Herr Prof. Dr. Steinbrinck die Ansicht, daß beim Fließen des Hebers der Luftdruck Nebensache, die Kohäsion der Flüssigkeit die Hauptsache und „die Luftdrucktheorie des Hebers endgültig beseitigt“ sei — er vergleicht unter anderem den Heber mit einem nahezu reibungslosen, durch ein gebogenes Rohr gezogenen Drahtseil. Ich kann dieser Ansicht durchaus nicht beitreten. Der Vakuumheber hört unbedingt auf, zu fließen, sobald in seinem Inneren eine freie, nicht der Wand anliegende Flüssigkeitsoberfläche auftritt (z. B. beim Klopfen); ein gewöhnlicher Heber kann in seinem oberen Teile einen beliebig großen, von Flüssigkeit freien Raum enthalten, ohne daß er aufhört, zu fließen, wenn nur die Differenz zwischen dem Luftdruck und dem Druck in dem flüssigkeitsfreien Teile des Hebers (in dem der Druck auch Null sein kann) hinreicht, die Flüssigkeitssäule auf der Steigseite des Hebers zu tragen. Die Fallseite des Hebers

kann beliebig viel länger sein, als der Druckdifferenz entspricht; ist das der Fall, dann haben wir einen unterbrochenen Heber, der ruhig weiter fließt, während das reibungslose Drahtseil im zerrissenen Zustande auf der Steigseite zurückgleiten würde. Der Vakuumheber fließt nur, solange die Flüssigkeit im Zustande des Siedeverzugs ist; will man das Fließen des gewöhnlichen Hebers nicht dem Luftdruck zuschreiben, so muß man auch das Auftreten einer der Temperatur entsprechenden Dampfspannung als die Ausnahme, den Siedeverzug als die Regel ansehen. Zu beachten ist auch, daß die im Vakuumheber von der Kohäsion getragene Flüssigkeitssäule zwar an sich ziemlich groß sein kann, gegenüber der mutmaßlichen Größe des Oberflächendrucks aber verhältnismäßig sehr klein ist.

Hilfsmittel zur Demonstration der elektrischen Entladungen in Gasen.

VON

Hermann J. Reiff in Stuttgart.

Die neueren Untersuchungen über elektrische Entladungen in Gasen haben bekanntlich eine Reihe von interessanten Ergebnissen von so weittragender Bedeutung gehabt, daß man auch beim Unterricht in Mittelschulen dieselben wohl kaum mehr übergehen kann. Allerdings werden sich die Demonstrationen, die gerade hierbei wünschenswert erscheinen, im allgemeinen große Schwierigkeiten entgegenstellen, hauptsächlich durch die großen Kosten der erforderlichen Apparate. Ein Blick in das Preisverzeichnis der in Betracht kommenden Firmen zeigt uns die große Zahl von „Vakuum-Röhren“, von denen recht viele als notwendig anzusehen sind, wenn man einigermaßen vollständig die experimentelle Entwicklung der vorliegenden Tatsachen darzustellen bestrebt ist. Daher wird ein physikalisches Kabinett, auch wenn es gut dotiert ist, selten in der Lage sein, von jenen Apparaten das anzuschaffen, was wünschenswert erscheint, umsomehr, als dieselben nur für einen ganz speziellen Zweck gebaut und zu brauchen sind, während bei Erwerbungen gewöhnlich solche Apparate den Vorzug erhalten, die vielseitiger Verwendung fähig sind.

Um nun doch, auch für kleinere Kabinette, derartige Demonstrationen zu ermöglichen, könnte man daran denken, auf einem Luftpumpenteller die notwendigen Versuchsanordnungen aufzubauen, und dann zu evakuieren. Wenn man hierzu eine der in physikalischen Kabinetten neuerdings immer häufiger anzutreffenden „Geryk-Ölluftpumpen“ (Patent Fluß¹⁾) benutzt, so ist nur die bei den bisherigen Tellern und Rezipienten beinahe unmögliche Dichtung gegen eindringende Luft ein Hindernis, die zu solchen Versuchen notwendigen höheren Verdünnungen zu erreichen. Mit den Ölpumpen kann man bekanntlich das Vakuum bis zum Aussetzen elektrischer Entladungen treiben. Auch eine Quecksilberpumpe ließe sich verwenden. Da aber eine solche nur außerordentlich langsam — im Vergleich mit der Gerykpumpe — evakuiert, so wird sie sich für Demonstrationszwecke kaum empfehlen.

Der von mir benützte Luftpumpenteller (*D.R.G.M.*) hat isolierte Durchführungen für Leitungsanschlüsse und ist zur Ausführung von Versuchen im hohen Vakuum besonders eingerichtet. Er hat nahe am äußeren Rande eine kreisförmige Rinne *R* (Fig. 1), deren Boden einen Dichtungsring *L*, aus Leder oder dgl., trägt. In die innere Wand dieser Rinne ist ein Gewinde *G* von wenigen Gängen geschnitten, in welches ein Metallring *M* eingeschraubt

¹⁾ Diese Pumpe wird, wie mir der Fabrikant mitteilt, in Deutschland nur von der Firma Arthur Pfeiffer in Wetzlar hergestellt, welche die Alleinberechtigung hierzu besitzt. Ich habe die beschriebenen Versuche mit einer „Duplex A“-Pumpe dieser Firma ausgeführt; natürlich ist diese auch zu allen andern Luftpumpenexperimenten mit Vorteil zu verwenden. Sie empfiehlt sich deshalb besonders, weil sie auch von Schülern leicht bedient werden kann, da nur die gleichmäßige (und sehr langsame) Bewegung eines Schwungrads nötig ist. Dieselbe Firma hat auch die Anfertigung der im folgenden beschriebenen Nebenapparate übernommen. Man vergleiche über die Geryk-Luftpumpe auch diese Zeitschr. XIV 285 und XVII 61.

und dadurch gegen den Dichtungsring gepreßt werden kann. In diesen Metallring ist die Glasglocke *S* des Rezipienten gekittet, sodaß also der Rezipient (mit 1—2 Umdrehungen) auf den Teller aufgeschraubt wird. Der übrige Teil der Rinne *R*, sowie eine zweite Rinne *K* an der Kittstelle, wo Glasglocke und Metallring zusammentreffen, dienen zur Aufnahme einer Sperrflüssigkeit behufs absoluter Dichtung. Diese Flüssigkeit kann, bei eisernen Tellern, Quecksilber sein; es empfiehlt sich aber hiezu besonders das schon in der Pumpe vorhandene Öl, das natürlich auch bei Messingtellern verwendet werden kann. Teller aus Messing sind deshalb allem andern Material vorzuziehen, weil alle Verbindungen gelötet werden können und Kitt — wie bei Eisentellern mit Glasaufsatz — vermieden wird.

Der Teller ist auf besonderem Dreifuß montiert und durch einen Hahn von der Verbindung mit der Pumpe abzusperrn. Dieser Hahn ist für die hohen Vakua ebenfalls durch Öl gedichtet, und zwar gewöhnlich (Fig. 2) dadurch, daß über den Konus etwas Öl gegossen wird, wodurch die atmosphärische Luft von den Schliffstellen desselben verdrängt wird. Ein solcher Hahn kann natürlich nur in vertikaler Stellung benützt werden. Wird seine Verwendung in horizontaler Lage, was manchmal eine bequeme Handhabung ermöglicht, gewünscht, so muß er auf den Schliffflächen selbst die Sperrflüssigkeit enthalten. Aus Fig. 3 a und 3 b ist ersichtlich, wie bei einem derartigen Durchgangshahn (*D.R.G.M.*) auf dem Schliff des Konus oder des Hahnkörpers sich Rinnen anbringen lassen, die, mit Öl, Quecksilber etc. gefüllt, den absoluten Abschluß der Bohrung von der Atmosphäre bewirken, ohne daß in irgend einer Stellung des Hahns die Sperrflüssigkeit die zu dichtenden Flächen verläßt.

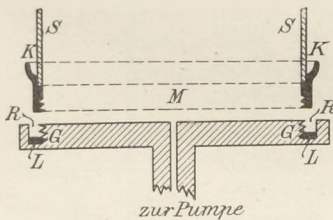


Fig. 1.

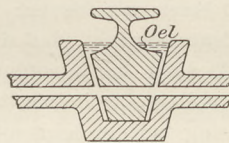


Fig. 2.

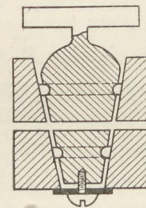


Fig. 3 a.

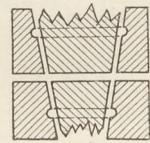


Fig. 3 b.

Eine ganz ähnlich mit Öl etc. abzudichtende Vorrichtung erlaubt, unter den Rezipienten, wenn derselbe abgenommen werden soll, langsam Luft einströmen zu lassen.

Man erkennt, daß der Rezipient, da er auf die beschriebene Art die höchsten erreichbaren Vakua zu dichten vermag, sich zu allen Versuchen, wozu bisher besondere Vakuumröhren notwendig waren, verwenden läßt. Abgesehen davon, daß dadurch die Anschaffung einer großen Anzahl solcher Röhren vermieden werden kann, wird es dem Lehrer den Vorteil bieten, die Versuche nach seinem Belieben so anzuordnen, wie sie zu dem beabsichtigten Vortrag passen. Bisher mußte man sich mit diesem nach den gegebenen Einrichtungen der Röhren richten. Endlich läßt sich vom Anfang des Pumpens an die Entwicklung der Erscheinungen mit zunehmender Verdünnung beobachten und demonstrieren, was gewiß jedem Lehrer willkommen sein wird.

Zur Verbindung der Pumpe mit dem Teller darf man aber keinen Gummischlauch verwenden, denn für die hier zu erreichenden Vakua ist dieser stets — auch in frischem Zustand — undicht. Dagegen lassen sich mit Vorteil dünne Metallrohre verwenden, die hinreichend (minimaler Biegungsradius ca. 150 mm bei 10 mm lichter Weite) biegsam sind, um die Zusammenstellung der Apparate bequem zu ermöglichen.

Beim Auspumpen auf hohe Vakua muß man nun bekanntlich dafür Sorge tragen, daß der vorhandene Wasserdampf entfernt wird, nicht bloß um eine hohe Verdünnung überhaupt zu erreichen, sondern auch weil derselbe den Pumpen schädlich ist. Gewöhnlich pflegt man nun das Anhydrit der Phosphorsäure (P_2O_5) zum Trocken zu verwenden, das in einem besonderen Trockengefaß zwischen Pumpe und Rezipient geschaltet wird. Die bisher üblichen derartigen Gefäße haben nun nach meiner Erfahrung den Übelstand, daß sie das pulverförmige Trockenmittel nur ungenügend ausnützen, insofern nur immer die oberste

Schicht desselben wirksam ist, daß ferner die durchgesaugte Luft nur zum kleinen Teil mit dem Anhydrit in engere Berührung kommt, und endlich daß ein Auswechseln bezw. Erneuern der verbrauchten Säure außerordentlich schwierig und zeitraubend ist, abgesehen davon, daß die Glasgefäße beim Ausspülen des P_2O_5 durch die entstehende Hitze leicht zerspringen.

Diese Nachteile der bisherigen Form werden durch eine Trockenröhre (*D.R.G.M.*) vermieden, wie sie in Fig. 4 dargestellt ist. Das Gefäß ist aus Glas, trägt einen aufgeschliffenen Helm *H*, der durch eine Sperrflüssigkeit in der angeschmolzenen Rinne *R* gedichtet wird, und zwei Zuführungen *a* und *b*, die zur Pumpe bezw. zum Rezipienten führen. In der Röhre ist ein Einsatz mit runden flachen Tellern, die nahe am Rande — im Durchschnitt der Fig. 4 sichtbar — abwechselnd rechts und links eine Öffnung zum Durchziehen der Luft haben: Die durchströmenden Gase müssen also über jeden einzelnen Teller weg und zickzackförmig von der unteren zur oberen Zuflußöffnung (bezw. umgekehrt) strömen. Auf diesen Tellern wird das P_2O_5 ausgebreitet und dann offenbar nicht bloß selbst vollkommen ausgenützt, sondern es wird auch die Luft durch den wiederholten Hin- und Hergang in genügender Weise mit der Säure in Berührung gebracht. Wenn man nun mehrere solche Einsätze zu einer Röhre benutzt, so ist das

Auswechseln bezw. Erneuern des Trockenmittels, wie es etwa nach mehreren Versuchen im Unterricht wünschenswert ist, rasch und bequem auszuführen. Der Einsatz mit verbrauchter Säure wird nach Abnehmen des Helms *H* durch einen mit frischer Füllung bereitgestellten ersetzt. Man bemerkt, daß die Sperrflüssigkeit in der Rinne *R* auch bei abgenommenem Helm verbleibt und ohne weiteres nach dem Wiederaufsetzen desselben die Dichtung wieder herstellt. Der herausgenommene emaillierte Metalleinsatz kann abgespült und immer wieder verwendet werden.

Diese „Absorptionsröhre“ wird übrigens nicht bloß wie hier zum Trocknen zu brauchen sein, sondern besonders auch bei chemischen Versuchen immer dann, wenn ein Gas mit einem pulverförmigen Körper in ausreichende Berührung gebracht werden soll.

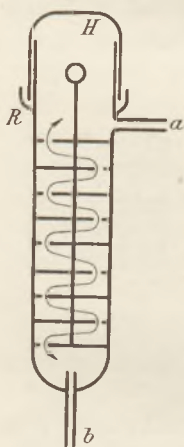


Fig. 4.

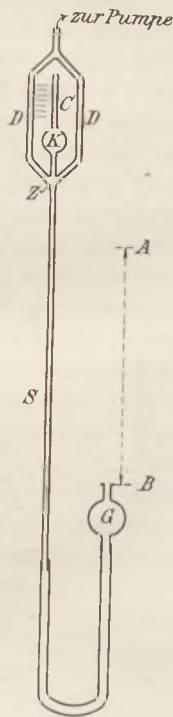


Fig. 5.

Es ist nun bei den Versuchen über elektrische Entladungen in Gasen wünschenswert, daß man in der Lage ist, festzustellen, bei welcher Verdünnung gewisse Erscheinungen eintreten oder aufhören, überhaupt wie dieselben mit dem Verdünnungsgrad im Zusammenhang stehen. Bis zu einem mäßigen Vakuum ist man mit der „Barometerprobe“ imstande, den Druck zu messen. Die geringsten Drucke dagegen ziehen sich der Messung mit diesem Instrument. Man hat nun bekanntlich, um letztere genau zu messen, eine indirekte Methode mit Vorteil verwendet und dieser dienen die „Vakuum-Meter“ nach Töpler, MacLeod u. a. Eine Steigröhre *S* (Fig. 5) gabelt sich in einer Höhe von etwa 90 cm bei *Z* in 3 Röhren. Die mittlere erweitert sich zu einer Kugel *K*, die in eine oben geschlossene Kapillare *C* ausläuft. Die beiden äußeren Röhren *DD* vereinigen sich wieder über *C* in einen Schlauchansatz, der zum Rezipienten führt. Mit dem unteren Ende der Steigröhre ist durch einen Schlauch ein Gefäß *G* verbunden, das sich zwischen *A* und *B* heben bzw. senken läßt.

Beim Evakuieren — das Gefäß *G* ist mit Quecksilber gefüllt und zunächst in seiner tiefsten Stellung — wird das Quecksilber im Steigrohr nahe bis zur Barometerhöhe steigen und noch unterhalb der Gabelstelle *Z* sich befinden. Wird nun das Gefäß *G* gehoben, so wird auch das Quecksilber im Steigrohr allmählich *Z* erreichen und damit ist der Inhalt von Kugel und Kapillare abgesperrt. Beim weiteren Heben steigt das Quecksilber in den beiden äußeren Schenkeln *DD* oberhalb *Z* offenbar höher als in Kugel und Kapillare: denn hier

muß es das abgesperrte Gasquantum komprimieren. Es trägt nun die Kapillare eine Volumteilung, die sich auf den Inhalt von Kugel und Kapillare, von Z ab gemessen, bezieht; man ist also in der Lage, zu sehen, auf welchen Teil seines ursprünglichen Volums das Gas in der Kapillare komprimiert wurde. Der Druck, der diese Kompression hervorruft, ist offenbar durch die Höhe zu messen, um die das Quecksilber in den äußeren beiden Röhren DD höher steht als im innern C . Diese Höhe mißt eine geeignet angebrachte Millimeterskala. Es sei dieser Überdruck z. B. 1 mm und der Kugelhinhalt sei auf $\frac{5}{10\,000}$ seines ursprünglichen Volums zusammengepreßt, so heißt das, unter einem Millimeter Druck hat das Gas in der Kugel bezw. Kapillare $\frac{5}{10\,000}$ desjenigen Volums, welches es bei dem zu messenden Druck einnahm: Dieser Druck war also $\frac{5}{10\,000}$ oder 0,0005 mm Quecksilber.

In dieser Form ist der Apparat über 120 cm hoch und oben muß die Verbindung mit dem Rezipienten angebracht werden. Dies ist aber sehr unbequem und nichts weniger wie stabil. Man kann jedoch dieses Vakuum-Meter ähnlich wie eine Barometerprobe abkürzen.

Kurz unterhalb des Meßsystems (Fig. 6) wird der Schlauch angesetzt und das Gefäß (bei B) läuft oben in ein kurzes geschlossenes Rohr R aus; Gefäß und Rohr sind mit Quecksilber gefüllt, ebenso ein Teil des Schlauchs. Wird nun evakuiert, so wirkt zunächst der Teil $Z-M-R$ als Barometerprobe, und die mäßigen Verdünnungen lassen sich an der Skala aa in Millimetern direkt ablesen. Sollen geringere Drucke gemessen werden, so hebt man das Gefäß R und die Messung wird auf dieselbe Weise wie vorhin mit dem unverkürzten Vakuummeter ausgeführt.

Man kann aber auch den Höhenunterschied der Quecksilbersäulen in R und C zur Berechnung der Verdünnung verwenden. Dies hat den Vorteil, daß diese Differenz wirklich dem Druckunterschied entspricht. Mißt man nämlich in DD die Höhendifferenz gegen C , so fällt diese zu klein aus, da auf dem Quecksilber in D noch der zu messende Druck lastet. Natürlich kann ohne jedes praktische Bedenken dieses letztere Verfahren angewandt werden, aber für manche Schüler, und gerade für die nachdenkenden, wird es schwierig, sich mit der Vernachlässigung eines Druckes abzufinden, den man erst messen will.

Dieser letzterwähnte Vorzug des „abgekürzten Vakuum-Meters“ (*D.R.G.M.*) wird neben seiner viel größeren Handlichkeit und der Tatsache, daß es auch als Barometerprobe wirkt, vielleicht manchen zu seiner Verwendung veranlassen¹⁾.

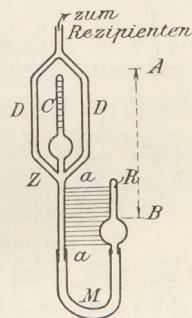


Fig. 6.

Kleine Mitteilungen.

Zwei Grundversuche über die Wirkung eines Magneten auf einen Stromleiter und über die Induktion.²⁾

Von Dr. Maschke in Breslau.

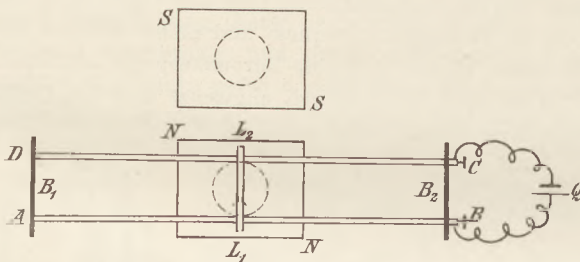
1. In der Figur stellen AB und CD zwei Messingrohre vor, die durch passend durchbohrte Brettchen B_1 und B_2 in paralleler Lage festgehalten werden. Indem man die Brettchen in zwei der üblichen Holzstative klemmt, lassen sich die Rohre leicht horizontal stellen, so daß ein kurzes Messingrohr $L_1 L_2$ auf ihnen bei einem geringen Anstoß nach rechts oder links rollt. In die etwas zusammengebogenen Rohrenden B und C schiebt man je eine

¹⁾ Anmerkung der Redaktion. Als besonders brauchbar wird sich in Verbindung mit der oben beschriebenen Pumpe auch der Universal-Vakuumapparat von W. B. von Czudnochowski (d. Zeitschr. XV 124) erweisen.

²⁾ Anm. der Redaktion. Man vgl. hiermit den ähnlichen von F. Hintze konstruierten Apparat, d. Zeitschr. XVI 254.

Klemmschraube ein und führt von diesen zwei Drähte nach der Stromquelle Q . Unterhalb der Mitte der Schienenbahn wird vertikal der eine Schenkel eines Elektromagneten aufgestellt. Es empfiehlt sich seine Polfläche durch Auflegen einer eisernen Platte NN etwas zu vergrößern. Die Lage des zweiten Pols ist in der Figur durch SS angedeutet. Wenn die Entfernung zwischen Polschuh und Schienenbahn gering ist (etwa 0,5 cm), so befindet sich die Mitte der Bahn in einem nahezu homogenen Magnetfeld mit vertikal verlaufenden Kraftlinien. Ein derartiges Feld kann man natürlich in vollkommenerer Weise hervorrufen, wenn man beide Schenkel des Elektromagneten senkrecht übereinander aufstellt und die Pole mit Platten versieht. Doch ist die erste Anordnung wegen ihrer Einfachheit vorzuziehen.

Das Rohr $L_1 L_2$ wird senkrecht zu den Schienen, zunächst in ihrer Mitte, aufgelegt und hierauf der Strom geschlossen. Ist NN ein Nordpol, so rollt $L_1 L_2$ bei der durch Pfeile angegebenen Stromrichtung von links nach rechts. Hieraus folgt die sogenannte linke



Handregel: Man lege die linke Hand so auf den beweglichen Leiter, daß die vom Nordpol ausgehenden Kraftlinien zuerst die Innenfläche treffen und die ausgestreckten Finger die Stromrichtung angeben, dann zeigt der Daumen die Bewegungsrichtung an. Diese Regel wird bestätigt, wenn man entweder die Richtung des Stromes oder die der Kraftlinien um-

kehrt. Letzteres geschieht am einfachsten dadurch, daß man die Schienenbahn über den Südpol SS schiebt. Bringt man dagegen diese in die Mitte zwischen NN und SS , wo die Kraftlinien parallel dem Leiter $L_1 L_2$ verlaufen, so tritt keine Bewegung ein.

Bei meinem Apparat haben die Rohre AB und CD einen äußeren Durchmesser von 1 cm, sind 40 cm lang und etwa 6 cm voneinander entfernt. Zur Hervorrufung des Magnetfeldes benutze ich einen größeren Elektromagneten mit verschiebbaren Schenkeln, ähnlich dem von Ehrhardt in dieser Zeitschrift (*XII 63*) beschriebenen. Lasse ich durch $L_1 L_2$ einen Strom von 4 Ampère gehen, so rollt der Leiter, selbst wenn ich ihn an dem einen Ende der Schienenbahn aufsetze, sehr lebhaft nach dem andern Ende. Der Versuch gelingt aber auch sicher mit einem kleinen Elektromagneten, zu dessen Erregung ein einziger Akkumulator ausreicht.

2. Wir schieben die Schienen wie anfangs über den Nordpol NN , schalten aber statt der Stromquelle Q ein empfindliches Galvanometer ein. Führen wir $L_1 L_2$ die Schienen entlang von rechts nach links, so zeigt das Galvanometer einen Induktionsstrom an, der von L_1 nach L_2 abfließt (rechte Handregel), also in derselben Richtung in der beim ersten Versuch der von Q ausgehende Strom fließen mußte, wenn der Leiter von links nach rechts rollen sollte. Das Äquivalent der bei der Verschiebung verbrauchten Arbeit haben wir gemäß dem Energieprinzip in der elektrischen Energie des Induktionsstromes zu suchen, von der im vorliegenden Falle ein kleiner Teil zur Ablenkung der Galvanometernadel verwendet wird, während der Rest den Stromkreis erwärmt.

Versuche mit einfachen Mitteln¹⁾.

4. Gg. Heinrich in Neustadt a. d. H. Ein Versuch zur Totalreflexion. Wohl in den meisten Lehrbüchern der Physik ist bei der Besprechung der totalen Reflexion darauf hingewiesen, daß die Erscheinung sich an einem leeren Probegläschen, das schief in Wasser eintaucht, zeigen läßt. Dieser Versuch läßt sich in folgender Weise abändern. Man nimmt einen Glastrichter, schließt dessen Rohr mit dem Finger und taucht den Trichter mit der Öffnung nach unten in eine mit Wasser gefüllte Glaswanne oder in ein größeres Becherglas.

¹⁾ Vergl. auch den Bericht über die Versuche von J. Deisinger, dieses Heft S. 162.

Der Trichter bleibt so mit Luft gefüllt und von oben gesehen erscheint dann der ganze Kegelmantel des Trichters hell glänzend. Der Glanz verschwindet von unten herauf in dem Maße, in dem man oben die Luft aus- und unten dafür Wasser eintreten läßt. Bei Vorführung in der Schule kann man das Trichterrohr durch ein Stück Gummischlauch mit Quetschhahn schließen und in ein Stativ klemmen.

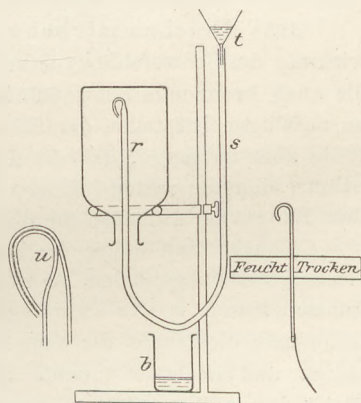
5. E. Grimsehl in Hamburg: Das Dopplersche Prinzip. In sehr einfacher, keine besonderen Hilfsmittel erfordernder Weise kann man das Dopplersche Prinzip folgendermaßen demonstrieren: Man nimmt von einer kleinen Kindertrompete das Mundstück mit der Stimme (einem kleinen Labium) ab und befestigt es mittels umgeschlungenen Bindfadens an dem einen Ende eines $\frac{1}{2}$ m bis 1 m langen Gummischlauchs. In das andere Gummischlauchende steckt man ein kurzes Ende Glasrohr: Nun nimmt man das Glasrohrstück in den Mund und bläst das Labium durch den Schlauch an. Beim Herumschleudern des Schlauchs um das in den Mund gesteckte Ende hört ein in der Ebene der Kreisschwingungen stehender Beobachter die Tonhöenschwankungen sehr deutlich, während er einen gleichmäßigen Ton hört, wenn er sich in der Achse der Drehung befindet.

Für die Praxis.

Vorrichtung zum Austrocknen von Flaschen. Von **H. Rebenstorff** in Dresden. Das Trocknen größerer Gefäße durch Ansaugen der Luft mit der Wasserstrahlpumpe ist recht zeitraubend, da man beim Anwärmen über der Flamme das Gefäß nicht aus der Hand lassen kann und andererseits der hohe Preis von Alkohol und Äther die Aufwendung größerer Mengen unratsam macht. Mit Hilfe von etwas roher Schwefelsäure gelingt das Trocknen in der zu beschreibenden Weise in etwa einer halben Stunde, während der man den Apparat sich selbst überläßt.

Die rückständige Feuchtigkeit läßt man natürlich zuvor durch verkehrtes Aufstellen der Flasche möglichst herausrinnen. Dann stülpt man diese über die Röhre *r* (s. Figur), die durch das Zentrum eines Stativringes geführt ist, auf dem man die Flasche ruhen läßt. Die wie in der Figur gebogene Röhre ist bei *s* in einer Stativklemme eingeklemmt, die nach vorn oder hinten gerichtet ist und nicht mitgezeichnet wurde. Der längere Schenkel ist an seinem Ende *t* mit dem Trichter durch Anlöten oder durch Einzwängen unter Benutzung eines Schlauchabschnitts verbunden; das andere Ende ist, wie die Nebenfigur *u* zeigt, gestaltet. Sofort nach dem Ausziehen der starkwandigen Röhre *r* biegt man den kapillaren Teil zurück; man hat dann meistens nur noch wenig in der Flamme zu biegen, damit sich die abgeschnittene Spitze gegen die Rohrwand anlegt. Durch Eingießen der Säure in den Trichter füllt sich die *u*-förmige Röhre schnell damit an, nötigenfalls läßt man beim Eingießen die Luft aus *s* durch eine Glaskapillare entweichen, die man durch den Trichter hineinhält. Gelangt die Säure bis in die Kapillare oberhalb *r*, so wird das Fließen der Säure auf einmal sehr langsam. Die an *r* herabrinneude hygroskopische Flüssigkeit beginnt die Luft zu trocknen und mit Feuchtigkeit beladen, in das untergestellte Becherglas abzufließen. Bei meiner Röhre war zum Austrocknen einer Literflasche nach Füllung von Röhre und Trichter ein Nachgießen der Säure gewöhnlich nicht erforderlich. Erhöhte Luftwärme und besonders Sonnenschein beschleunigen den Vorgang natürlich bedeutend. Die gebrauchte Säure kann mehrmals zu dem gleichen Zwecke dienen, da nach Unger (Dammer, *Handb. d. Ch.* I 639) die Hygroskopizität der Schwefelsäure 20 bis 30% Wasser beträgt.

Im Chemieunterricht kann man aus dem mitgeteilten Verfahren bei Durchnahme der Schwefelsäure einen Klassenversuch machen. Die austrocknende Wirkung der Säure zeigt



man sehr schnell, wenn man zwei gleiche, innen trockne Literflaschen durch Einblasen von Atemluft aus einem Schlauchstücke auf die Innenwand mit einer starken Hauchschicht bedeckt und dann die eine als Vergleichsobjekt stehen läßt, während man die andere austrocknet. Zur Untersuchung der Flaschenluft auf Wassergehalt kann man auch das in der Figur rechts gezeichnete Glasröhrchen mit Gelatinehygroskop (d. Zeitschr. XVII 28) ein wenig in die Flaschenmündung einsenken, was also vor und nach dem Trocknen zu geschehen hätte. Die Umbiegung des Röhrchens am oberen Ende dient zum Anhängen beim Aufbewahren des kleinen öfters brauchbaren Apparates an einen Nagel. Der angeklebte Zettel macht den Schülern die Bedeutung der Krümmung des Streifens bekannt¹⁾. Um die Aufnahme von kleinen Wassermengen seitens der Schwefelsäure, also z. B. nach Benutzung bei dem beschriebenen Trockenverfahren zu erkennen, kann man eine bisher meines Wissens nicht benutzte Methode verwenden. Zwei Sorten der Säure, die sich nur ganz wenig durch den Prozentgehalt unterscheiden, zeigen beim Vermischen eine leicht bemerkbare Wärmetönung. Rührt man daher mit einem feinen Thermometer oder Thermoskop in einem Bechergläschen Säure, die soeben der Vorratsflasche entnommen, mit solcher zusammen, die kurze Zeit an der Luft gestanden hatte, so tritt eine geringe Temperaturerhöhung auf. Die Gehaltsbestimmung ganz konzentrierter Säure auf Grund der Dichtemessung ist deswegen unsicher, weil die Dichte bei sehr hohem Säuregehalt sich nicht nur sehr wenig ändert, sondern bei etwa 97,7% ein Maximum hat und bei noch höherem Gehalt, der freilich in käuflicher englischer Schwefelsäure nicht vorkommt, wieder abnimmt (Erdmann, Anorg. Chemie S. 251). Solche Säuren und ebenso Sorten von Nordhäuser Vitriolöl kann man durch Messung der Wärmetönung, die beim Vermischen mit Mengen einer bestimmten Säure von bekanntem Prozentgehalt auftritt, vergleichen. Vielleicht hat jemand die Zeit, die zu dem angedeuteten Verfahren nötigen Tabellen zu entwerfen. Zur Untersuchung von Nordhäuser Vitriolöl ist ferner, wie ich mich überzeugt habe, die Messung der Temperaturzunahme brauchbar, die beim Einmischen von je 1 ccm Wasser aus der feinen Kapillare der Ostwaldschen Pipette (Ostwald, *Handbuch für phys.-chem. Messungen*, 1. Aufl. S. 102) entsteht. 100 g Vitriolöl von geringem Gehalt an SO_3 erwärmten sich beim Zumischen von 1 ccm Wasser um 23,6°, beim Einbringen des zweiten ccm nach dem Abkühlen um 11,7°.

Das Bleichen mit schwefliger Säure. Von H. Rebenstorff in Dresden. Die Bleichwirkung des Schwefeldioxyds zeigt man wohl meistens an einer Rose unter einer Glasglocke, die auch brennende Schwefelfäden überdeckt. Zunächst tritt nur an den Blatträndern und an zufälligen Ribstellen der Blätter Weißwerden hervor; es dauert das Bleichen der ganzen Blüte aber so lange, daß die Lehrstunde oft dazu nicht ausreicht. Ursache davon ist der Schutz, den die zarten Pflanzenteile durch eine sehr feine Wachsschicht erfahren, die auch dem Mangel der Adhäsion für Wasser und damit der Tropfenbildung des Taus zu Grunde liegt.

Taucht man daher die Rose zuvor in Äther oder absoluten Alkohol, den man in ein Bechergläschen gegossen, so wird sie, nachdem man den Äther einige Augenblicke hat abdunsten lassen, in der schwefligen Säure fast augenblicklich gebleicht. Dasselbe geschieht, wenn man die Blume, die ohne wesentliche Farbänderung in dem Gase verweilt hatte, herausnimmt und in Äther taucht. Es ist überraschend, wie wenig Schwefeldioxyd schon zum Bleichen von Rosenblättern genügt. Befinden sie sich in Äther und läßt man nur eine geringe Menge des Gases eintreten, etwa durch kurzes Einblasen aus der von den Versuchen her noch gefüllten Waschflasche oder durch Eingießen eines Tropfens wässriger Lösung, so werden die gewissermaßen ein Reagens bildenden Rosenblätter beim Umschütteln fast augenblicklich farblos. Der durch verdünnte Schwefelsäure wieder zurückgebildete Farbstoff ist selbst nach Auswässern der Blätter schwer zu bleichen.

¹⁾ Bei dieser Gelegenheit möchte ich bemerken, daß die Streifen von im Zimmer freihängenden Gelatinehygroskopen nach etwa 4 Monaten zu erneuern waren. Vielfache Krümmungen hatten wohl den Lack rissig gemacht. In einem Buche liegende lackierte Gelatine, sowie ein Hygroskop unter der chemischen Wage zeigten bisher keine Veränderung.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Ein Modell der schiefen Ebene und zur Messung der Reibung. Von HANS KELLERMANN. (*Period. Bl. f. Realienunterr. u. Lehrmittelw. VIII Heft 3 und 5, 1903*). Das Modell ist aus zwei etwa 1 m langen Holzleisten *a*, *b* gebildet, die durch Querstücke (Fig. 1) zusammengehalten werden und durch Scharniere (*c*) am Grundbrett *dd* drehbar befestigt sind. Die eine Leiste *b* trägt eine Teilung in 8 Teile von je 6 cm Länge, am letzten Teilstrich (*o*) ist ein Eisenstift *e* eingeschlagen. Eine vertikale Leiste *f* ist ebenfalls mit einer Teilung versehen, deren Teile die gleiche Länge wie die von *b* haben; in jeden Teilstrich ist ein Loch gebohrt, sodaß die schiefe Ebene *ab* mittelst des Stiftes *e* in verschiedener Höhe eingestellt werden kann. Die auf der schiefen Ebene befindliche Walze (von ca. 100 g Gewicht) hängt an einer Messingdrahtspirale *g* (aus Hosenträgerdraht von $1\frac{1}{2}$ –2 mm Durchmesser hergestellt, der vor der Verwendung etwas gedehnt werden muß). Feder und Teilung bringt man so in Übereinstimmung, daß die Walze sich bei horizontaler Lage der schiefen Ebene auf den Teilstrich 0, bei vertikaler auf den Teilstrich 8 einstellt. Man kann mit dieser Vorrichtung in kurzer Zeit acht Versuche anstellen.

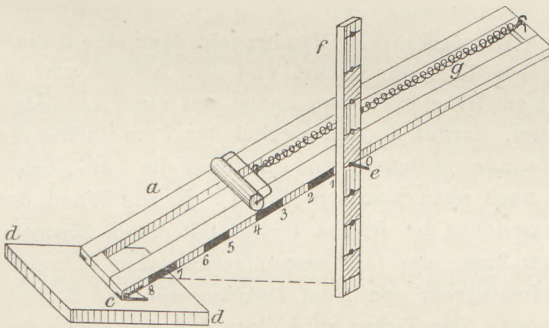


Fig. 1.

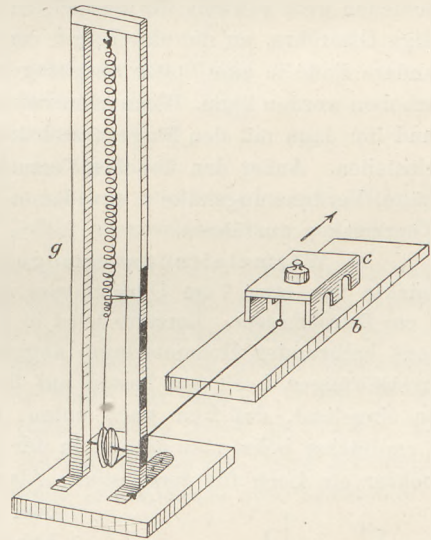


Fig. 2.

Um einen messenden Versuch über die Reibung anzustellen, stellt man die schiefe Ebene in vertikaler Lage fest und bringt am unteren Ende des Schienenpaares eine Rolle an (Fig. 2). Durch eine Schnur, die um die Rolle gelegt ist, wird das Ende der Feder mit einem Schlitten *c* aus Holz (vgl. d. Zeitschr. XIV 30, 1901) verbunden. Dieser kann mit verschiedenen Gewichten beschwert und auf die Unterlage *b* (Glas, Holz, Papier) einmal mit den Kufen, dann mit der Fläche aufgelegt werden. Zieht man die Unterlage *b* mit der Hand in der Richtung des Pfeiles weg, so wird der Schlitten erst mitgezogen und dadurch die Feder ausgedehnt, dann beginnt der Schlitten zu gleiten und der Zeiger nimmt einen festen Stand an. In die Ausschnitte der Kufen können zwei Räderpaare eingesetzt und so die gleitende Reibung in rollende verwandelt werden.

Die Verwendung der Spiralfedern aus dem genannten Material für die Demonstration der Grundgesetze der Mechanik, insbesondere auch der Reibung, ist zuerst wohl von Wilhelm Neu angegeben worden (*Zeitschr. z. Förd. d. phys. U. v. Lissér und Benecke, 1885*). P.

Die Augustsche (Handlsche) Fallschnur. In den *Period. Bl. f. Realienunterricht und Lehrmittelw. (VIII Heft 3, 1903)* beschreibt K. KRAUS in Wien eine von einem Schüler angefertigte Fallschnur, bei der durchlöchernte Hohlkugeln aus Messing von etwa 1 cm Durchmesser benutzt waren. An der 144 cm langen Schnur waren die Fäden in Abständen von 9, 27, 45, 63 cm durch Knoten festgehalten. Durch Anbringung von Knoten in Abständen von je 36 cm

konnte man erreichen, daß die Kugeln sich beim Umdrehen der Schnur in gleichen Entfernungen von einander einstellten. Im letzteren Fall erscheinen die Zeiten zwischen dem Aufschlagen der einzelnen Kugeln ungleich; es empfiehlt sich, diesen Gegenversuch nicht zu unterlassen.

P.

Thermoskopische Versuche mit einfachen Mitteln. Von JOSEF DEISINGER (*Period. f. Realien-untcr. und Lehrmittelw. VIII Heft 3, 1903*). Der Verfasser benutzt ein oben offenes Heberbarometerrohr von ca. 80 cm Länge, das an einem entsprechend langen vertikalen Tragbrett von 8 cm Breite angebracht ist. Der mittlere Teil dieses Tragbretts ist weiß, die Ränder dagegen schwarz gestrichen, sodaß man darauf mit Kreide schreiben kann. Außerdem kommt ein abnehmbarer, verschiebbarer cm-Maßstab zur Verwendung. Zur Füllung dient mit Alkana gefärbtes Petroleum; es ist zweckmäßig, die Röhre eng und dickwandig zu wählen, da der Flüssigkeitsfaden auf dem weißen Hintergrunde doch stark verbreitert erscheint. Auf dem Halse über der Birne des kurzen Schenkels sitzt ein Gummischlauch, der zur Verbindung mit den verschiedenen Rezeptoren dient, diese werden je nach der erforderlichen Empfindlichkeit verschieden groß gewählt, für die meisten Versuche dient als solcher eine ca. 6 cm lange dickwandige Glasröhre, an die eine Kugel von 1 bis $2\frac{1}{2}$ cm Durchmesser angeblasen ist, während das andere Ende in eine Spitze ausgezogen ist, damit der Verbindungsschlauch bequem übergeschoben werden kann. Wenn man vor dem Ansetzen des Rezeptors in den Schlauch hineinbläst und ihn dann mit den Fingern zudrückt, kann man die Flüssigkeit auf jede erwünschte Höhe einstellen. Außer den üblichen Versuchen über Konstanz des Eis- und Siedepunktes, Lösungskälte, Verdunstungskälte u. s. w. lassen sich insbesondere folgende Demonstrationen mit dem Thermoskop ausführen.

a) Wärmeleitungsvermögen von Flüssigkeiten: Man braucht dazu eine Kakaobüchse von etwa 7 cm Durchmesser und 12 cm Höhe mit Deckel und eine Büchse von ca. 5 cm Durchmesser. Letztere wird in etwa 3 cm Höhe über dem Boden mit einer Laubsäge (auf halbrunder Holzunterlage) abgeschnitten, darauf in den Deckel der 7 cm-Büchse ein kreisförmiges Loch (am besten auf Bleiunterlage) gestemmt und in dieses die 5 cm-Büchse so eingelötet, daß 2 cm nach unten, 1 cm nach oben kommen (Fig. 1). In die Wand der 7 cm-Büchse bohrt man darauf, in der Mitte zwischen den beiden Böden, mit einem Zentrumborher ein Loch für den Tubus. Als solcher kann eine Glühlampenfassung ohne Schraube oder ein Messingrohr von 2 cm Durchmesser und 2–3 cm Länge dienen. Der Tubus wird eingelötet und dient zum Einsetzen des Rezeptors. Die Büchse wird mit Wasser gefüllt und in den Deckel einer größeren (9 cm-)Büchse gestellt. Gießt man nun kochendes Wasser in den obern Einsatz, so rührt das Thermoskop sich kaum, gießt man aber kochendes Wasser in den Untersatz, so steigt die Flüssigkeit im Thermoskop rasch empor. [Dieser Versuch demonstriert allerdings nur die Abwesenheit der Wärmeleitung und die verschiedene Dichte verschieden warmen

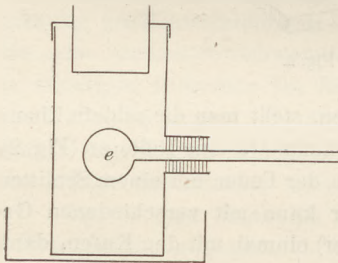


Fig. 1.

Wassers.] Bei Anwendung einer Kältemischung ist das Ergebnis entgegengesetzt.

b) Dichtigkeitsmaximum des Wassers: Man benutzt als Rezeptor einen Kochkolben von 30 ccm Inhalt; dazu einen Glaszylinder von etwa 2 l Inhalt, der über die Hälfte mit Wasser, oben mit zerkleinertem Eis gefüllt ist, und in den durch einen seitlichen Bodentubus ein Thermometer gesteckt ist; der Rezeptor befindet sich anfänglich am Boden des Zylinders und wird, sobald das Thermometer 4°C . anzeigt, sehr langsam (etwa während 1 Minute) ins Eis hinaufgezogen. Der Flüssigkeitsfaden des Thermoskops sinkt dabei um etwa 6 cm.

c) Unterkühlung und Erstarrungswärme: Man benutzt einen Rezeptor wie bei a) und bestimmt zunächst den Nullpunkt des Thermoskops durch Eintauchen des Rezeptors in schmelzendes Eis. In einen Ring des Bunsenschen Stativs hängt man ein Becherglas mit etwa 50 ccm ausgekochten Wassers, in das vermittelt einer Klammer des Stativs der Rezeptor

eingesenkt wird. Man umgibt darauf das Glas, ohne es zu bewegen, mit einer in einem runden Batterieglase befindlichen Kältemischung, deren Temperatur nicht zu tief liegen darf, indem man dem Batterieglase einen etwa 8 cm hohen Holzklotz unterschiebt. Das Thermoskop sinkt einige cm unter den Eispunkt und steigt im Moment des Gefrierens wieder auf 0° an. Tisch und Stativ müssen hierbei gut festgestellt und vor Erschütterung geschützt sein. Eine dünne Ölschicht pflegt von günstigem Einfluß zu sein. Es gelingt in der Regel bei vorsichtigem Senken des Batterieglases, das überkühlte Wasser noch in flüssigem Zustande zu zeigen.

d) Erhöhung des Siedepunkts durch Erhöhung des Druckes: Ein Papinscher Kolben (Fig. 2) wird aus einer starken Messingröhre von $2\frac{1}{2}$ cm Durchm. und etwa 20 cm Länge angefertigt, Boden und Seitentubus sind hart eingelötet, in letzteren ist mittels eines Korkes der gläserne Rezeptor (Kugel von 2 cm Durchm.) eingesetzt. Das Heraustreiben des Korkes wird durch eine Mutter verhindert. Man füllt den Kolben bis $\frac{1}{2}$ cm über die Kugel mit Wasser, verbindet den Rezeptor mit dem Thermoskop, bringt das Wasser durch eine kleine Flamme zum Sieden und markiert den Siedepunkt. Nun zieht man die Flamme weg, verschließt den Kolben mit einem gut passenden Korke und erhitzt von neuem. Das Thermoskop steigt bedeutend über 100° , endlich wird der Kork mit lautem Knall an die Decke geschleudert und das Thermoskop sinkt wieder auf 100° . Da der Druck nur $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Atm. beträgt, so ist jede Gefahr ausgeschlossen. P.

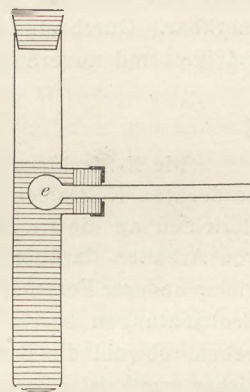
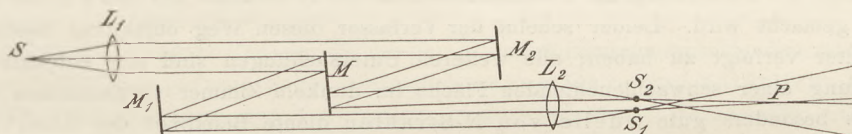


Fig. 2.

Ein Reflexionsrefraktometer. Von TH. VAUTIER (*C. R. CXXXVII, 615; 1903*). Der Apparat besteht im wesentlichen aus drei einander parallelen Silberspiegeln M_1, M, M_2 ; der mittlere Spiegel M ist auf beiden Seiten versilbert und von M_1 und M_2 gleichweit entfernt. Die von dem Spalt S kommenden Strahlen werden durch die Linse L_1 (von großer Brennweite) parallel gemacht und teilen sich in zwei Bündel, von denen das eine an M_2 und M , das andere an M und M_1 reflektiert wird; beide Bündel gehen sodann durch die Linse L_2 von großer Brennweite, die in ihrer Brennebene ein Bild des Spaltes entwirft. Wird der Spiegel M_2 ganz wenig um eine dem Spalt parallele Achse gedreht, so erscheinen zwei Spaltbilder S_1



und S_2 dicht neben einander, und man erhält hier sehr scharfe und glänzende Interferenzstreifen. Befindet sich auf dem Wege eines der beiden Strahlenbündel zwischen den Spiegeln MM_1 oder MM_2 ein Mittel, dessen zu messende Eigenschaften mit einer entsprechenden Änderung des optischen Weges verknüpft sind, so wird das Streifensystem sich verschieben; die Verschiebung kann beobachtet oder photographisch auf einer Trommel aufgezeichnet werden. Werden gleichzeitig die Schwingungen einer Stimmgabel und die Sekunden aufgezeichnet, so kann man aus dem Vergleich beider Kurven das Gesetz der Erscheinung in einer gewissen Zeit ableiten.

Das Refraktometer kann auch ohne die beiden Linsen gebraucht werden; doch ist die Helligkeit dann geringer. Die Träger der Spiegel müssen eine sehr genaue Einstellung derselben ermöglichen; man bedient sich dazu am besten eines Spektroskops. Bei großer Ausdehnung der Lichtquelle erscheinen die Streifen an einem durch Rechnung festzustellenden Orte P ; der Verf. erhielt sie hier noch deutlich bei einer Spaltbreite von 3 mm und nach einer achtmaligen Reflexion der Strahlen an 3 m von einander entfernten Spiegeln. Die Empfindlichkeit des Apparates läßt sich durch Variation der Spiegeldistanz und der Anzahl der Reflexionen in weiten Grenzen erhöhen oder verringern. So z. B. braucht man in Luft

von Atmosphärendruck einen Strahlenweg von 13 m, damit eine Änderung der Dichte um $\frac{1}{10000}$ das Streifensystem um die Breite eines Streifens verschiebt. Man würde so Druckdifferenzen unter $\frac{1}{100000}$ Atmosphäre oder Temperaturänderungen von der Ordnung $\frac{2}{1000}$ Grad sichtbar machen. Bei einer zu großen Zahl der Reflexionen erzeugen kleine Erschütterungen der Spiegelträger eine störende Vibration der Streifen, ebenso machen sich bei einem Strahlenwege von mehr als 10 m fortwährende Dichteänderungen in einer selbst ruhigen Luft bemerkbar. Durch eine sehr sorgfältige Konstruktion der Träger und Herstellung einer gleichmäßigen und unveränderlichen Temperatur lassen sich diese Störungen verringern. *Schk.*

2. Forschungen und Ergebnisse.

Die N-Strahlen. Während sich die deutschen und englischen Physiker den von BLONDLOT entdeckten N-Strahlen gegenüber bisher durchaus skeptisch verhalten haben, liegt in den Berichten an die französische Akademie aus den letzten Monaten wieder eine große Anzahl von Arbeiten darüber nicht nur von seiten des Entdeckers selbst, sondern auch von seiten vieler anderer Forscher vor. In diesen Berichten wird eine solche Fülle höchst merkwürdiger Beobachtungen beschrieben, daß es angebracht erscheint, darüber hier einen Überblick zu geben, obwohl die Bemühungen nichtfranzösischer Forscher, die Versuche zu wiederholen, bisher ergebnislos gewesen sind.

In erster Linie kommen die Arbeiten von BLONDLOT selbst in Betracht (*C. R. CXXXVII 684, 729, 831, 962 (1903); CXXXVIII 125, 453, 545, 547, 665 (1904)*). Der Entdecker der N-Strahlen fand, daß diese nicht nur auf einen kleinen elektrischen Funken oder eine kleine Flamme, sondern überhaupt auf jede schwache Lichtquelle wirken. Ein schmaler Papierstreifen oder eine Nähnadel, die im dunkeln Zimmer von einem schwach erleuchteten Spalt erhellt werden, erscheinen heller, wenn gleichzeitig N-Strahlen auf sie fallen; ein Bleischirm hebt die Wirkung auf. Besonders empfindlich zeigte sich durch Insolation phosphoreszierend gemachtes Schwefelkalzium, dessen Phosphoreszenz durch die N-Strahlen erheblich gesteigert wurde. Eine unmittelbare Wirkung der N-Strahlen auf die photographische Platte war nicht festzustellen; doch reproduziert BLONDLOT in einem seiner Berichte (*C. R. CXXXVIII 453*) einige Photogramme, in denen die größere Helligkeit eines von N-Strahlen getroffenen kleinen elektrischen Funkens im Gegensatz zu dem nicht bestrahlten Funken, ebenso auch die Einwirkung der Polarisationssebene der N-Strahlen auf den Funken objektiv sichtbar gemacht wird. Leider scheint der Verfasser diesen Weg objektiver Beobachtung nicht weiter verfolgt zu haben; alle weiteren Untersuchungen sind nur subjektiv durch Beobachtung einer schwachleuchtenden Fläche im dunkeln Zimmer vorgenommen worden.

Als besonders gute Quelle von N-Strahlen diene BLONDLOT der Auerbrenner oder vor allem die Nernstlampe. Einige Körper besitzen die Fähigkeit, wenn sie eine Zeitlang von N-Strahlen getroffen waren, selbst solche auszusenden. Diese Fähigkeit der „Aufspeicherung“ der N-Strahlen besitzen Quarz, Kalkspat, Flußspat, Baryt, Glas, die meisten Metalle, dagegen nicht Aluminium, Holz, Papier, Paraffin. Kieselsteine, die einige Stunden hindurch der Sonne ausgesetzt waren, sandten N-Strahlen aus. Bei kurzer primärer Bestrahlung erfolgt die Aufspeicherung nur an der zugewandten Fläche, bei längerer Bestrahlung dringt sie weiter ins Innere und kann schließlich auch die Rückseite aktiv machen. Die Aufspeicherung der N-Strahlen wäre ein Analogon zu der Phosphoreszenzwirkung der gewöhnlichen Lichtstrahlen.

Weiterhin können gewöhnliche Stoffe durch Kompression veranlaßt werden, N-Strahlen auszusenden. Holzstücke, Glas, Kautschuk, unter einer Tischlerpresse komprimiert, machten phosphoreszierendes Kalziumsulfid heller. Dasselbe zeigten Körper in einem Spannungszustande, wie Glastränen, gehärteter Stahl u. s. w.; Stahlwerkzeuge aus dem 18. Jahrhundert, sowie Geräte aus der Merowingerzeit hatten diese Eigenschaft behalten. Durch Ausglühen ging die Fähigkeit jener Stoffe, N-Strahlen auszusenden, verloren. Torsion erzeugt ähnliche Wirkungen wie Kompression. Hierhin gehört die von MACÉ DE LÉPINAY gemachte Beobachtung, wonach auch tönende Körper, Stimmgabeln, Glocken, die

Sirene, N-Strahlen aussenden (*C. R. CXXXVIII 76*). Die Helligkeit des Kalziumsulfids war dabei am größten in der Nähe eines Schwingungsbauchs, bei Hemmung der Schwingungen wurde die Phosphoreszenz merklich schwächer.

Nach BICHAT senden flüssige Kohlensäure, flüssige Luft, die aus flüssiger Luft sich entwickelnden Gase, ebenso Ozon N-Strahlen aus (*a. a. O. S. 550*).

GUTTON beobachtete eine Einwirkung von Magnetfeldern auf den Calciumsulfidschirm; derselbe zeigte ein stärkeres Leuchten in der Nähe der Pole, ein schwächeres in der Mitte des Magneten (*a. a. O. S. 268 u. 568*). Die N-Strahlen des Stahls wurden bei diesen Untersuchungen durch Umwicklung mit Blei abgehalten. Dieselbe Wirkung zeigte ein Solenoid. Die Wirkung war um so größer, je ungleichförmiger das Feld war, und fehlte in einem ganz gleichförmigen Felde zwischen den Polen eines Elektromagneten. Änderte man aber die Feldstärke, so nahm die Phosphoreszenz zu. Bestätigt wurden diese Beobachtungen von JÉGOU, der fand, daß auch jeder von einem elektrischen Strom durchflossene Draht N-Strahlen aussendet, die sowohl die Phosphoreszenz des Schwefelkalziums als die Helligkeit eines kleinen Gasbrenners beeinflussen (*a. a. O. S. 491*). Eine energische Quelle von N-Strahlen fand JÉGOU in einem Leclanchéschen Element, das einige Zeit lang geschlossen gehalten wurde. Die Strahlen werden dabei gleichzeitig in der Flüssigkeit des Elements aufgespeichert.

Um die Dispersion und Wellenlänge der N-Strahlen zu bestimmen, benutzte BLONDLOT Linsen und Prismen aus Aluminium, da dieses Metall für die Strahlen nicht nur sehr durchlässig ist, sondern auch die störende Eigenschaft der Aufspeicherung nicht besitzt. Es gelang so mit einem Aluminiumprisma von $27^{\circ} 15'$ brechendem Winkel die Dispersion der N-Strahlen einer Nernstlampe in acht verschiedene Strahlenbündel festzustellen. Zur Bestimmung der Wellenlänge wurde ein aus dem Prisma austretendes homogenes Bündel ausgesondert und durch ein Gitter geleitet. Vermittelt eines Schwefelkalziumstreifens von $\frac{1}{15}$ mm Breite ließ sich hinter dem Gitter ein System von Beugungsstreifen feststellen, die sehr eng und fast äquidistant waren. Die hieraus berechneten Wellenlängen, die in der weiter unten stehenden Tabelle angegeben sind, liegen zwischen $0,0117 \mu$ und $0,00815 \mu$; sie sind also viel kleiner als die des Lichts und nicht größer als diese, wie BLONDLOT anfangs glaubte. Mit der Methode der Newtonschen Ringe wurden ähnliche Werte erhalten. Während die von Schumann entdeckten sehr kleinen Wellen von der Luft stark absorbiert werden, ist die Luft für die N-Wellen ganz durchlässig. Entgegengesetzt zu den Lichtwellen wächst der Brechungsexponent mit der Wellenlänge.

Weiterhin gelang es BAGARD, die aus dem Aluminiumprisma austretenden acht Strahlenbündel vollständig zu polarisieren, sowie eine magnetische und natürliche Drehung der Polarisationssebene der N-Strahlen festzustellen (*a. a. O. S. 565 u. 686*). Die Polarisation erfolgte einfach durch Reflexion an einer polierten Glasplatte. Aus dem Haupteinfallswinkel, bei dem vollständige Polarisation eintrat, wurden die unten ebenfalls angegebenen Brechungsexponenten für Glas berechnet. Aus dem Vergleich mit den entsprechenden Werten für Aluminium folgt, daß sich die N-Strahlen in Aluminium $1\frac{1}{2}$ mal so schnell als in Glas fortpflanzen. BAGARD fand ferner eine sehr bedeutende magnetische Drehung der Polarisationssebene der acht Bündel, wenn dieselben durch eine 2 cm dicke Aluminium- oder Schwefelkohlenstoffschicht hindurchgingen in einem Felde von nur 52 Gauß. Man bemerkt zugleich eine sehr erhebliche Rotationsdispersion, indem die Drehungen mit kleinerer Wellenlänge zunehmen. Für ein Bündel weißen Lichts ist bei derselben Feldstärke von 52 Gauß die Drehung durch eine 2 cm dicke Schwefelkohlenstoffschicht kaum merklich: sie beträgt nach der Rechnung nur etwa $4'$. — Ebenso wurde die Polarisationssebene der N-Strahlen beim Durchgang durch Rohrzuckerlösung, Terpentinöl und Weinsäurelösung gedreht. Rohrzuckerlösung war rechtsdrehend, Terpentinöl linksdrehend, ebenso wie bei gewöhnlichem Licht; dagegen zeigten sich wäßrige Lösungen von Weinsäure, die für gewöhnliches Licht rechtsdrehend sind, für N-Strahlen linksdrehend.

In der folgenden Tabelle sind einige der von BLONDLOT und BAGARD gefundenen Zahlen zusammengestellt.

Nr. des Strahlenbündels	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Brechungsexponenten des Aluminiums (Blondlot)	1,04	1,19	1,29	1,36	1,40	1,48	1,68	1,65
Wellenlänge in μ (Blondlot)	0,00815	0,0099	—	—	0,0117	—	0,0146	0,0176
Brechungsexponenten des Glases (Bagard)	1,56	1,77	1,89	2,03	2,09	2,22	2,63	2,90
Magnet. Drehung der Polarisations- ebene in 2 cm Schwefelkohlenstoff	54° 30'	51°	45° 30'	38° 45'	33° 45'	82° 30'	25°	21° 30'
Drehung der Polarisations-ebene in Zuckerlösung von 0,55 mm Dicke	49° 45'	47°	38° 15'	39°	32° 30'	29° 15'	23°	11°
Drehung der Polarisations-ebene in Terpentinöl von 0,55 mm Dicke	84° 45'	63° 15'	49°	38° 30'	32° 45'	19° 15'	9° 15'	7° 15'

Dieselbe Rohruckerlösung gab für gelbes Licht bei 20 cm Dicke eine Rechtsdrehung von 21° 17'; die drehende Kraft ist danach für N-Strahlen des ersten Bündels mehr als 700mal so groß als für gelbes Licht.

Die Durchlässigkeit verschiedener Körper für die durch ein Aluminiumprisma zerlegten N-Strahlen untersuchte BICHAT (*a. a. O. S. 548*). Er fand von den Metallen Silber in einer 3 mm dicken Platte für alle N-Strahlen durchlässig, Palladium, Nickel, Iridium schon bei 0,1 bis 0,5 mm Dicke ganz undurchlässig. Blei, Kupfer, Zink, Gold, Glas waren für einzelne der 8 Bündel durchlässig, für andere nicht, zeigten also ein Absorptionsspektrum. Reines Wasser hatte schon BLONDLOT undurchlässig, Salzwasser dagegen durchlässig gefunden.

Wie CHARPENTIER beobachtet hat, pflanzen sich die N-Strahlen nicht nur durch die Luft, sondern auch durch Leitung längs eines Drahtes fort, wenn der Draht mit einem Ende an den phosphoreszierenden Schirm befestigt ist, mit dem andern Ende der Strahlenquelle gegenübersteht (*a. a. O. S. 194*). BICHAT glaubt, daß diese Leitung innerhalb des Drahtes, nicht in dem umgebenden Mittel vor sich geht (*S. 329*). Dafür spricht, daß die Leitung auch erfolgt, wenn der Draht in dem undurchlässigen Wasser liegt, daß sie andererseits eine durchlässige Drahtsubstanz erfordert, wie Kupfer, Aluminium, Zink, Glas, während die Leitung mit Blei nicht gelingt. Ebenso läßt sich die Strahlung durch eine mit Salzwasser, nicht aber durch eine mit reinem Wasser gefüllte Röhre fortleiten. BICHAT hält diese Leitung für analog dem Versuch, das Licht durch das Innere eines gekrümmten Glasstabes durch sukzessive Reflexionen von einem Ende zum andern gelangen zu lassen. Dementsprechend gelangen die N-Strahlen nur dann ans Ende, wenn die Windungen des Drahtes einen großen Krümmungsradius besitzen, treten dagegen bei scharfen Biegungen aus dem Draht heraus. Die Leitung erfolgt ferner nur, wenn die Oberfläche des Drahtes metallisch glatt, nicht, wenn sie rauh oder oxydiert ist. Eine oxydierte oder geknickte Stelle ist im Dunkeln durch Hellerwerden eines Phosphoreszenzschirms infolge der hier austretenden Strahlen festzustellen. Eine besonders geeignete Versuchsanordnung zur Beobachtung dieser Leitung fand CHARPENTIER, wenn er beide Enden eines Kupfer- oder Silberdrahtes mit einer phosphoreszierenden Platte verband und die Phosphoreszenz der einen etwa durch Verbrennen von Magnesium erhöhte, nach einigen Sekunden wurde dann auch die andere Platte heller (*S. 414*). Die Wirkung war dieselbe, wenn man in den Draht eine Leydener Flasche oder einen Luftkondensator einschaltete. CHARPENTIER nahm den Draht bis 10½ m lang, die Übertragung der Phosphoreszenz dauerte dann 12—13 Sekunden. Dabei traten Oszillationen der Lichtstärke auf. Eine mit Schwefelkalzium getränkte Schnur schien das Licht wellenartig weiterzuleiten.

In dem Dispersionspektrum der N-Strahlen entdeckte BLONDLOT in der am wenigsten abgelenkten Region desselben eine besondere Abart der Strahlen, welche die Eigenschaft besaßen, die Helligkeit einer schwachen Lichtquelle zu vermindern. Er nennt diese Strahlen N₁-Strahlen; ihre Wellenlänge wurde als zwischen 0,003 und 0,0081 μ liegend bestimmt. Gewisse Gegenstände, wie Drähte von gestrecktem Kupfer, Silber oder Platin, schienen hauptsächlich N-Strahlen auszusenden. Die N₁-Strahlen speichern sich auf wie die

N-Strahlen. Ganz allgemein beobachtete BLONDLOT, daß eine schwach erhellte Fläche normal betrachtet unter dem Einfluß der N-Strahlen heller, fast tangential betrachtet dagegen dunkler erscheint. Mit den N_1 -Strahlen verhält es sich gerade umgekehrt. Die Versuche mit den N-Strahlen lassen sich daher nicht einem Auditorium vorführen, weil die Wirkung sich mit der Stellung des Beobachters ändert. Bei einer Erhöhung der Phosphoreszenz durch Wärme erhält man dagegen in normaler wie in tangentialer Richtung stets den gleichen Eindruck.

Außer den hier berichteten Untersuchungen der physikalischen Eigenschaften der N-Strahlen liegen nun noch eine Reihe höchst merkwürdiger Beobachtungen über physiologische Erzeugungsarten und Wirkungen der N-Strahlen vor. Die meisten dieser Beobachtungen machte CHARPENTIER (*C. R. CXXXVII 1049, 1277 (1903); CXXXVIII 45, 194, 270, 584, 648, 772 (1904)*). Er bemerkte zuerst, daß kleine phosphoreszierende Objekte heller wurden, wenn er sie dem eigenen Körper näherte. Besonders groß wurde die Intensität in der Nähe eines Muskels, besonders wenn er denselben stark kontrahierte, ebenso in der Nähe eines Nerven oder Nervenzentrums, wo die Wirkung sich mit dem Grade des Funktionierens desselben vergrößerte. Die Wirkung ging durch Glas, Papier, Aluminium hindurch, wurde dagegen durch Blei und angefeuchtetes Papier aufgehalten, zeigte Reflexion, Brechung und Brechungsindices von der Größenordnung der für N-Strahlen gefundenen. Die Strahlen waren auch nach neunstündigem Aufenthalt im Dunkeln zu bemerken, also nicht etwa im Tageslicht aufgespeichert. Auch Tiere (Kaninchen, Frösche) sandten die Strahlen aus. Bei einseitiger Kontraktion der Armmuskeln machte sich eine Erhellung des Phosphoreszenzschirms an einer Stelle der linken Rückenseite bemerkbar. Während eine Person laut oder leise sprach, beobachtete man eine größere Helligkeit des Schirms, wenn derselbe der klinisch bekannten Stelle des Sprachzentrums auf der linken Schädelseite genähert wurde; auf der rechten Seite trat keine Erhellung ein. Zwischen Muskel- und Nervenstrahlung fand CHARPENTIER noch erhebliche Unterschiede, auf die hier nicht weiter eingegangen werden soll.

E. MEYER beobachtete, daß auch Pflanzen, besonders die grünen Teile, aber auch Wurzeln, Zwiebeln, keimende Samen N-Strahlen aussenden (*C. R. CXXXVIII 101, 272*). LAMBERT fand die entsprechende Eigenschaft bei löslichen Fermenten: Fleischfasern, die in künstlichen Magensaft gebracht wurden, machten den Phosphoreszenzschirm so lange heller, bis sie vollständig gelöst waren (*S. 196*).

Schon BLONDLOT hatte bemerkt, daß die Empfindlichkeit des Auges unter dem Einfluß der N-Strahlen vergrößert wird. Diese Beobachtung wurde von CHARPENTIER erweitert. Er legte eine Platte gehärteten Stahls im Halbdunkel auf die linke Seite des Schädels, wo Scheitelbein und Hinterhauptbein zusammentreffen, und bemerkte nun eine Zunahme der scheinbaren Helligkeit der äußeren Gegenstände, begleitet von einer größeren Schärfe der Einzelheiten. Die Wirkung war ebenso, als wenn man durch eine Blende von 1 bis 2 mm Durchmesser hindurchblickt. Bisweilen hatte der Verfasser auch eine Lichtempfindung im Dunkeln, als wenn die N-Strahlen direkt auf den Sehnerven wirkten. Dieselben Wirkungen hatten die durch einen Draht geleiteten N-Strahlen. Auch die Geruchs- und Geschmacksempfindung wurde verstärkt, wenn die Nasenwurzel bezw. Teile der Zunge von N-Strahlen getroffen wurden. Dasselbe bemerkte CHARPENTIER beim Gehör; eine ferne Taschenuhr war deutlicher zu hören, wenn N-Strahlen auf das Ohr fielen. Die von BLONDLOT beschriebenen N_1 -Strahlen wirkten auf das Nervensystem umgekehrt wie die N-Strahlen und bewirkten eine Schwächung der Sinnesempfindungen. — Die Luminiszenz der Leuchtkäfer und der phosphoreszierenden Bakterien wird nach CHARPENTIER von den N-Strahlen ebenso beeinflusst, wie die Phosphoreszenz des Schwefelkalziums.

Derselbe Verfasser fand, daß Riechstoffe, Alkaloide und mehrere toxische Substanzen N-Strahlen aussenden. Dabei entdeckte er eine Art Resonanz, indem die Wirkung auf den Phosphoreszenzschirm sich verstärkte, sobald eine andere Quelle von N-Strahlen, z. B. ein Stahlblock, in der Nähe war. Die Gesamtwirkung war dabei nicht gleich der Summe der Einzelwirkungen, sondern größer als diese. Die Beobachtung der Resonanz führte zur Anwendung von Verstärkungsschirmen, bei denen auf Kampfortabletten oder auf

einem mit aktivem Alkaloid bestrichenen Karton ein Fleck Schwefelkalzium ausgebreitet wurde. Diese Schirme wurden besonders von den physiologischen N-Strahlen und zwar selektiv beeinflusst. Das Organ, welches die Phosphoreszenz eines solchen Schirms am stärksten modifizierte, war zugleich das, auf welches sich die toxische Wirkung dieses Alkaloids im physiologischen Experiment ganz speziell lokalisiert. So wirkt Digitalin besonders auf das Herz; ein mit Digitalin bestrichener Phosphoreszenzschirm leuchtete besonders vor dem Herzen und ließ dessen Umrisse schärfer bestimmen, als ein gewöhnlicher Leuchtschirm. Pflökarpin, das besonders auf die Speicheldrüsen wirkt, ließ die Lage derselben, auch die der tief gelegenen Bauchspeicheldrüsen erkennen — u. s. w.

Bei allen Beobachtungen der französischen Forscher besteht die Wirkung der N-Strahlen in der Erhellung einer schwach leuchtenden Fläche, die im Dunkeln mit gut ausgeruhtem Auge betrachtet wird. Gegen das Unsichere dieser rein subjektiven Beobachtungsmethode wendet sich LUMMER in einer sehr beachtenswerten Kritik der Blondlotschen Versuche, die er, wie auch mehrere andere deutsche Physiker, mit Erfolg zu wiederholen vergeblich bemüht gewesen ist (*Phys. Ztschr.* 5, 126; 1904). Er erinnert daran, daß nach Kries die Zapfen der Netzhaut das Sehen bei großer Helligkeit und die Empfindung der Farben veranlassen, während die Stäbchen farbenblind sind und nur bei sehr geringer Helligkeit in Funktion treten. Nun besitzt die fovea centralis, der gelbe Fleck, gar keine Stäbchen, sondern nur Zapfen. Das von einer sehr schwach erhellten Fläche ausgehende Licht kann daher den gelben Fleck nicht erregen. Eine solche Fläche kann nur mit peripherischen Teilen der Netzhaut, an denen sich Stäbchen befinden, gesehen werden, d. h. solange sie nicht fixiert wird; sobald man sie fixiert, d. h. ihr Bild auf die fovea centralis bringt, wird sie unsichtbar. LUMMER erhält eine solche nur durch die Stäbchen sichtbare Fläche, wenn er ein Platinblech auf etwa 400° erhitzt. Es zeigt dann die „gespensterhafte Grauglut“, während die auch die Zapfen erregende Rotglut erst bei 500° eintritt (*d. Ztschr.* X 307). Blondlot beobachtet nun ebenfalls eine schwache Lichtquelle, die also zunächst nur auf die peripherischen Stellen der Netzhaut wirken wird. Sobald man zum Zwecke einer bestimmten Beobachtung — etwa um die Wirkung eines die Strahlenquelle verdeckenden Schirms zu untersuchen — die nur schwach leuchtende Fläche scharf fixiert, wird sie dunkler erscheinen, da nun die Stäbchen großenteils ausgeschaltet sind. Umgekehrt wird sie, wenn nicht fixiert, wieder heller erscheinen.

LUMMER gibt selbst zu, daß diese Erklärung nicht ausreicht, um alle Beobachtungen Blondlots auf Augentäuschung zurückzuführen. In der Tat ist nicht einzusehen, wie damit die verschiedene Wirkung der einzelnen Schirmsubstanzen erklärt werden soll, ebenso die erste Feststellung der verschiedenen Strahlenquellen, bei denen doch gerade das Hellerwerden der phosphoreszierenden Fläche zu beobachten ist. Auch die genauen quantitativen Bestimmungen von BLONDLOT und BAGARD sind als rein subjektive Ergebnisse kaum zu verstehen. Immerhin führt die von LUMMER angegebene Fehlerquelle dazu, einem Teil der französischen Beobachtungen mit großem Bedenken gegenüberzutreten. Es wäre zu wünschen, daß die französischen Forscher ihre Versuchsanordnungen noch genauer angäben oder anderen Gelehrten persönlich demonstrierten; erst dann wird es möglich sein, über das Sein oder Nichtsein der rätselhaften N-Strahlen zu entscheiden.

Schk.

Röntgenstrahlen. Die von HAGA und WIND beobachtete Beugung der Röntgenstrahlen (*d. Ztschr.* XIII, 37) ist von verschiedenen Seiten bestritten worden. In einer neueren Arbeit haben die genannten Forscher ihre früheren Untersuchungen mit besseren Hilfsmitteln wiederholt und sind dabei zu dem gleichen Ergebnis gelangt (*Ann. d. Physik* 10, 305; 1903). Die Röntgenstrahlen passierten zwei Spalte aus Platin, die auf einer Eisenschiene mit größter Präzision einander gegenüber montiert waren; der erste Spalt hatte eine Breite von 15 μ ; der zweite, 75 cm von dem ersten entfernte eigentliche Beugungsspalt war keilförmig, oben 25 μ breit, unten geschlossen. In 150 cm Entfernung von dem ersten Spalt war auf derselben Eisenschiene eine photographische Platte befestigt. Durch besondere Vorrichtungen konnten die mit einander korrespondierenden Punkte beider Spalte bestimmt und die Breite des auf

der photographischen Platte erzeugten Spaltbildes genau gemessen werden. Zur Erzeugung der Strahlen dienten sowohl sehr harte als sehr weiche Röhren. Die Verff. geben drei verschiedene Beobachtungsreihen an, deren Expositionszeiten bezw. $9\frac{1}{2}$, 31, 40 Stunden betragen. Für 13 verschiedene Stellen des Spaltbildes wurde die theoretische Breite desselben ohne Beugung bestimmt und damit die wirklich gemessene Breite verglichen. Es zeigte sich daß da, wo die Strahlen den breiteren Teil des keilförmigen Spaltes durchsetzt hatten, keine Verbreiterung des Spaltbildes eingetreten war; dagegen war an dem engeren Ende des Spaltes eine zwei bis dreimal größere Breite als die theoretische zu beobachten. So lange für diese Erscheinung eine andere Erklärung nicht gefunden wird, glauben die Verff. sie als einen Beweis für eine Beugung der Röntgenstrahlen ansehen zu müssen. Mit Hilfe der bereits früher von ihnen angewandten Methode berechnen sie daraus für die Wellenlänge der Röntgenstrahlen in den drei Beobachtungsreihen die Näherungswerte bezw. $0,16-0,05-0,12 \mu\mu$. (Dem Ref. erscheint bei diesen Versuchen eine Einwirkung der Sekundärstrahlen nicht ausgeschlossen.)

Durch Messung der Absorption der Röntgenstrahlen versuchte G. HOLTSMARK zur Bestimmung einer Wellenlänge zu gelangen (*Ann. d. Phys.* 10, 522; 1903). Er benutzte hierbei die von Curie und Sagnac genauer untersuchte sekundäre Strahlung. Treffen Röntgenstrahlen auf eine Metallplatte (Platin), so gehen von dieser sekundäre Strahlen aus, welche negative Ladungen mit sich führen, während auf der Platte eine positive Ladung zurückbleibt. Diese positive Ladung ist nun proportional der primären Bestrahlung und kann durch ein Elektrometer gemessen werden. Bringt man eine absorbierende Substanz in den Weg der Strahlen, so wird der mit dem Elektrometer gemessene Strom der Absorption entsprechend verändert. Der Verf. untersuchte so die Absorption in Metallen, Salzlösungen, Gasen, Dämpfen und einigen anderen Körpern. Er fand die Ergebnisse früherer Arbeiten bestätigt, wonach der Absorptionskoeffizient mit zunehmender Dicke der Schicht abnimmt und bei einer Lösung langsamer wächst als die Konzentration, ebenso daß das Absorptionsvermögen eines Körpers von dessen Aggregatzustand und chemischem Zustand unabhängig ist. Mit Hilfe der Helmholtzschen Dispersionsformeln berechnete der Verf. aus den gefundenen Absorptionskoeffizienten, unter Benutzung der von Drude angegebenen optischen Konstanten einiger Metalle, Werte für eine etwaige Wellenlänge der Röntgenstrahlen. Die Zahlen stimmen bei einigen Metallen gut, bei anderen — besonders Gold und Kupfer — nicht gut überein, was der Verf. auf das Vorhandensein mehrerer Eigenschwingungen der Metallionen zurückführt, für die die Helmholtzschen Formeln nicht mehr gelten. Aus den besser übereinstimmenden Werten von 7 Metallen ergaben sich für die Wellenlänge Zahlen, die zwischen $0,65$ und $6,9 \mu\mu$ liegen. Sie sind sämtlich größer als die von Haga und Wind gefundenen Werte.

Die an festen Körpern entstehenden diffusen sekundären Strahlen machen sich bei der Radiographie äußerst störend bemerkbar, indem die Aufnahmen namentlich fettreicher, dicker Körperteile durch sie einen Schleier erhalten. DESSAUER und WIESNER ließen ein scharf begrenztes Bündel primärer Röntgenstrahlen durch ein starkwandiges Metallrohr gehen; im Innern des Rohrs traten dann die diffusen S-Strahlen auf und kreuzten die Bahn der Hauptstrahlen (*Phys. Ztschr.* 5, 58; 1904). Ein von den austretenden Strahlen erzeugter Fluoreszenzpunkt erschien dann umgeben von einem matteren Ring, der von den S-Strahlen herrührte. Die Sekundärstrahlen werden aber in längeren Rohren mit gegen das Rohrende wachsender Verminderung erzeugt und haben die Tendenz, seitlich zu entweichen. Das benutzten die Verff. zu einer Vorrichtung, um sie von den Hauptstrahlen zu trennen. Das Rohr ist an einer Stelle ringförmig unterbrochen; die S-Strahlen treten dann größtenteils aus dem Ringe seitlich heraus, während die geradlinig verlaufenden Hauptstrahlen in dem Rohre bleiben. Durch mehrere solcher Filter kann man die Primärstrahlen noch reiner gewinnen. Die Verff. erhielten mit solchem Apparate Bilder (z. B. von der Wirbelsäule), die in Klarheit und Detailzeichnung wie Präparate aussahen.

Auch in Luft werden durch Röntgenstrahlen sekundäre Strahlen erzeugt, die aber viel weniger kräftig sind als die von Metallen ausgehenden sekundären Strahlen, was Sagnac auf

Absorption durch die Luft zurückführte. BARKLA hat die Untersuchung dieser sekundären Strahlung auf verschiedene Gase ausgedehnt (*Phil. Mag.*, Vol. 5, S. 685; 1903). Ein scharf begrenztes Bündel Röntgenstrahlen fiel in einen mit Gas erfüllten Raum, in dem sich ein mit Papier oder Aluminium bedecktes Elektrometer außerhalb der direkten Strahlrichtung, aber nahe ihrer Grenzebene befand. Bei Inbetriebsetzen der Röhre nahm die Elektrometerladung rasch ab. Durch besondere Versuche wurde festgestellt, daß die Ionisation des Gases hervorgerufen wurde durch eine Strahlung, die von dem der primären Röntgenstrahlung unterworfenen Gase ausging. Eine etwa vorhandene Diffusion von primär gebildeten Ionen durch das Papier oder Aluminium hindurch war nicht vorhanden, ebenso war die Strahlung nicht etwa die Folge einer Wiedervereinigung jener Ionen. Es handelte sich also zweifellos um eine sekundäre Strahlung, die ganz unabhängig war von dem Verhalten der Ionen in dem primären Strahlenbündel. Der Verf. untersuchte in dieser Weise Luft, Wasserstoff, Schwefelwasserstoff, Kohlensäure, Schwefeldioxyd und fand, daß alle diese Gase, wenn man sie Röntgenstrahlen aussetzte, zu einer Quelle sekundärer Strahlen wurden. Während Sagnac für Luft eine größere Absorbierbarkeit der sekundären Strahlen annehmen zu müssen glaubte, fand BARKLA, daß — innerhalb eines möglichen Fehlers von 10% — für alle untersuchten Gase die Absorbierbarkeit der sekundären Strahlen dieselbe war wie die der primären Strahlen. Ferner zeigte sich für eine gegebene primäre Strahlung die Intensität der sekundären Strahlung proportional der Dichte des Gases, von der sie ausging — wenn Temperatur und Druck konstant blieben. Da die primäre und die sekundäre Strahlung sich merkbar nur durch ihre Intensität unterscheiden, so kann man schließen, daß die sekundäre Strahlung der Gase auf einer Zerstreuung der primären Strahlung beruht. Da diese Zerstreuung proportional ist der Masse des Atoms, so ist zu folgern, daß die Zahl der zerstreuen Teilchen dem Atomgewicht proportional ist. Dieses führt zu der Annahme, daß die Atome verschiedener Stoffe verschiedene Systeme von einander ähnlicher Körperchen seien, deren Anzahl in jedem Atom seinem Atomgewicht proportional ist. BARKLA gelangt so auch zu den neuerdings von den verschiedensten Forschern angenommenen Ansichten über die einheitliche Konstitution der Materie.

Die Beobachtungen Villaris über die elektrisierenden Eigenschaften röntgenisierter Luft (*d. Ztschr.* XIV, 37, XV, 297) hat ZELENY von neuem geprüft (*Phys. Ztschr.* 4, 667; 1903). Villari hatte die Elektrisierung von Röhren, durch die röntgenisierte Luft strömte, auf Reibung zurückgeführt; diese Erklärung genügt nach ZELENY nicht zur Erklärung aller Erscheinungen. Er fand, daß die Luft, wenn sie durch Röhren von Metallfolie geblasen ist, soweit sie überhaupt leitfähig bleibt, eine positive Ladung annimmt, während die Röhre, je nach der Geschwindigkeit des Luftstroms, positiv oder negativ geladen wird. Unter besonderen Bedingungen kann der erste Teil der Röhre eine negative, der entferntere Teil eine positive Ladung erhalten. Bei Benutzung von feuchter Kohlensäure sind die im Gase und auf dem Metall entwickelten Ladungen entgegengesetzt denen, die man mit feuchter oder trockener Luft oder trockener Kohlensäure erhält. ZELENY sucht die Ursache dieser verschiedenartigen Ladungserscheinungen in den ungleichen Diffusionsgeschwindigkeiten der positiven und negativen Ionen der Gase.

Die chemische Wirkung der Röntgenstrahlen auf Bromsilbergelatine fanden LUTHER und USCHKOFF spezifisch verschieden von der Wirkung des gewöhnlichen Lichts (*Phys. Zeitschr.* 4, 866; 1903). Ein ziemlich lange exponiertes, aber noch nicht sichtbares Röntgenbild auf Bromsilbergelatine wurde durch nachträgliches Belichten mit diffusum Tageslicht sichtbar gemacht. Umgekehrt wurde dagegen eine in gewöhnlichem Licht gemachte noch undeutliche Aufnahme durch Röntgenstrahlen keineswegs verstärkt. Durch vorangehende Einwirkung von Röntgenstrahlen wurde überhaupt die Bromsilbergelatine in ihrem Verhalten gewöhnlichem Licht gegenüber verändert; die Lichtempfindlichkeit kann je nach den Umständen vergrößert oder auch — wenigstens scheinbar — verringert werden. Dagegen übt vorangehendes Belichten mit gewöhnlichem Licht keinen Einfluß auf das Verhalten von Bromsilbergelatine gegenüber Röntgenstrahlen aus. Ähnliche Verschiedenheiten in den

Wirkungen sowohl von Röntgenstrahlen als auch von Kathoden-, Kanalstrahlen, gewöhnlichem Licht und ultravioletten Strahlen auf Brom- und Chlorsilberschichten wurden auch von ZEHNDER beobachtet (*Ann. d. Physik* 12, 413; 1903). Schk.

3. Geschichte und Erkenntnislehre.

Die Weltanschauungen des Copernikus und des Giordano Bruno. Das Verhältnis des Giordano Bruno zu Copernikus ist neuerdings mehrfach Gegenstand der Erörterung gewesen. Auf der einen Seite hat man Bruno im wesentlichen als einen Hauptvertreter und Vorkämpfer des Copernikanischen Systems bezeichnet, auf der andern seine Leistungen weit über die des Copernikus erhoben. Zur Klärung der Frage schlägt B. BRUHNS in der Zeitschrift „*Das Weltall*“ (*Jahrg. IV S. 25. ff.*) den richtigen Weg ein, indem er nicht nur die Fundamentalsätze, sondern auch die Methoden beider Forscher einander gegenüberstellt. Die Äußerungen des Copernikus über den mehr als hypothetischen Charakter seiner Entdeckung sind oft angeführt worden; er steht nicht an zu sagen, daß die Bewegung der Erde wahrscheinlicher sei als ihre Ruhe, und an einer Stelle seines Werkes (Lib. I, Cap. X) fährt er nach Aufzählung der Gründe für seine Auffassung fort: „Daher scheuen wir uns nicht zu behaupten, daß das Ganze was der Mond einschließt mit dem Mittelpunkt der Erde, zwischen den Planeten jenen großen Kreis in jährlicher Bewegung um die Sonne durchläuft . . . ; daß aber der Umfang der Welt so groß ist, daß jene Entfernung der Erde von der Sonne . . . gegen die Fixsterne gehalten verschwindet; dies halte ich für leichter begreiflich, als wenn der Geist in eine fast endlose Menge von Kreisen zersplittert wird, was diejenigen zu tun gezwungen gewesen sind, die die Erde in der Mitte der Welt festgehalten haben“ u. s. w. Gegenüber dem Versuch Osianders in der Vorrede zu dem unsterblichen Werk, die Copernikanische Lehre als nur hypothetisch hinzustellen, steht die Äußerung des Bischofs Giese, des vertrauten Freundes des Copernikus, der jene Vorrede eine „Ruchlosigkeit gegen den Autor“ nennt. Die Überzeugung des Copernikus von der Wahrheit seiner Lehre gründet sich vornehmlich auf ihre Einfachheit und Harmonie. Wir möchten nicht so weit gehen wie BRUHNS, der in diesem Gedanken nur einen Rest scholastischer Überlieferung sieht; auch Galilei und Kepler dachten dann in diesem Punkte noch scholastisch, und noch heut gibt es Anhänger eines solchen „metaphysischen Aberglaubens“, der demnach wohl als ein menschlich wie sachlich begründeter — und zu begründender — anzusehen sein wird. Scholastisch ist es, wenn aus einem abstrakten Prinzip der Harmonie Folgerungen gezogen werden, denen die Tatsachen sich fügen sollen, nicht scholastisch aber, wenn bei einer schwebenden Alternative jenes Motiv zur Vermehrung des Gewichts in die eine oder die andere Wagschale gelegt wird.

Unter den Hauptpunkten der Copernikanischen Lehre findet sich auch die These, daß die Welt kugelförmig sei. Copernikus sucht dies — hier ganz scholastisch — aus der Vollkommenheit der Kugelform, und per analogiam aus dem Verhalten aller sich selbst überlassenen Körper zu erweisen. Auch hat er, wie schon aus der oben angeführten Stelle hervorgeht, die Entfernung der Fixsterne für so groß gehalten, daß im Verhältnis zu ihr nicht bloß der Durchmesser der Erde, sondern auch der der Erdbahn verschwindend klein ist. Was die Fixsternsphäre betrifft, so ist kein Grund vorhanden, dem Copernikus die Annahme einer festen krystallinen Sphäre unterzuschieben. Ob aber die Welt endlich oder unendlich sei, darüber fällt er kein Urteil, er überläßt dies vielmehr dem Streit der „Physiologen“. Sein Verdienst besteht nicht in Spekulationen und Hypothesen, sondern in dem nüchternen, exakt mathematischen Nachweis, daß die Bewegungen der Himmelskörper sich aus den von ihm gemachten Voraussetzungen auf einfache Weise erklären lassen. —

Giordano Bruno geht scheinbar mit seinen Thesen weit über die Grenzen des Copernikanischen Denkens hinaus: Er sieht den Raum als unendlich an; er beweist (aus der Vollkommenheit Gottes), daß es unendlich viele Einzelwelten nach Art der Erde und der Sonne geben müsse; er bezeichnet die Fixsterne als Sonnen, die alle, wie unsere Sonne, ihre Planeten haben; er betrachtet alle diese Welten als lebende Wesen, die sich bewegen nach eigenem Antrieb, nicht infolge einer äußeren bewegenden Kraft, ihre Bewegungen seien

deshalb auch keinem Gesetz unterworfen, sondern willkürlich; ihre Bahnen seien gewisse krumme Linien, aber nicht Kreise oder grade Linien; der vollendete Kreis sei ebenso wie die vollendete Gerade ein Ausnahmefall.

Man erkennt, wie hier Wahres und Falsches durcheinander gemengt sind. Der Grund dafür ist in der Methode Brunos zu suchen. Diese besteht 1. in der Berufung darauf, daß der Schein trügt, und demzufolge in konsequenter Ablehnung des Zeugnisses der Sinneswahrnehmung: für Bruno ist die Copernikanische Welterklärung ein Vorbild der Erklärung überhaupt. 2. Analogieschlüsse spielen bei Bruno eine große Rolle und verleiten ihn, wie vorher gezeigt, zu Irrtümern. 3. Der erbitterte Kampf gegen die Autorität, namentlich des Aristoteles, ist eine Hauptquelle seiner Fehlschlüsse. 4. Er beobachtet die natürlichen Erscheinungen oft scharf und richtig; aber er zieht daraus falsche Folgerungen. So schließt er, weil ein dunkler Körper, der sich von unserem Auge entfernt, schneller unsichtbar wird, als ein leuchtender, daß ein leuchtender durch einen dunklen dazwischenliegenden nicht verdeckt werden könne; und weil das Wasser sich in Erdrissen und Kanälen stets zu unterst findet, daß das Wasser das relativ schwerste Element des Universums sei.

Bruno ersetzte die alten Hypothesen, die er bekämpfte, einfach durch gewisse neue, die um nichts besser begründet waren, er ließ sich vorwiegend von Analogien leiten und folgte den Eingebungen seiner kühnen Phantasie, ohne sie weder durch die Strenge mathematischen Denkens noch durch die genaue Prüfung an den Tatsachen zu zügeln. Daß er Vieles von den späteren Errungenschaften der Forschung mit vorahnendem Geiste vorweggenommen hat, ist nicht in Abrede zu stellen; aber der Wert dieser Vorwegnahme wird dadurch sehr gemindert, daß dabei Wahres mit Falschem gemischt, und die Begründung in jedem Fall eine ganz unzureichende ist. Die Bedeutung Brunos liegt viel mehr auf dem Gebiet der Geistesgeschichte als auf dem der Naturforschung; es wird ihm ewig zum Ruhme gereichen, in der neuen durch Copernikus erschlossenen Welt dem menschlichen Individuum seine Stellung angewiesen zu haben. Gegenüber dem kühnen Gedankenflug Brunos mag Copernikus beschränkt und nüchtern erscheinen; auch BRUHNS vermißt an ihm den kühnen Freimut und den genialen Sinn des Nolaners. Aber damit geschieht dem Copernikus Unrecht; man lese nur, wie Bruno selbst in der *Cena delle ceneri* (Op. I 126) von der „Geistesgröße dieses Deutschen“ spricht¹⁾, und nicht minder bedeutsam ist, was Kepler von ihm sagt: „er war im Geiste frei.“ Immerhin ist es richtig, daß die beiden die Repräsentanten der extremst verschiedenen Naturen sind, die im Einzelnen wie in der Menschheit mit einander im Wettkampf stehen: der eine der exakte Gelehrte, der andere der geistsprühende, blendende, mit sich fortreißende Phantast.

P.

4. Unterricht und Methode.

Elektrische Starkstromanlagen für den Unterricht. 1. Die elektrische Starkstromanlage am großh. Ostergymnasium zu Mainz. Von Prof. Dr. FINK. (*Progr. No. 710, 1902*). Das Gymnasium ist an das städtische Elektrizitätswerk angeschlossen, das hochgespannten Dreiphasen-Wechselstrom erzeugt, dessen Spannung Transformatoren von 3000 auf 120 V. erniedrigen. Die Zahl der Polwechsel beträgt 100 in der Sekunde. Es war daher neben einer Anlage zur Benutzung des Drehstromes und des aus zwei Leitern entnommenen Wechselstromes noch eine zweite Anlage zur Umformung des Drehstromes in Gleichstrom auszuführen. Zu letzterem Zweck wurde ein auf einem Spanschlitten montierter Drehstrommotor mit einer bereits vorhandenen zweipoligen Flachringdynamo durch Riemenübertragung verbunden. Die ursprünglich für Handbetrieb eingerichtete Dynamomaschine war für eine Leistung von 500 Watt gebaut und gab am Kollektor Gleichstrom sowie an 4 Schleifringen einphasigen Wechselstrom und Drehstrom ab. Sie ist eine Universal-dynamo No. 0 von Fraas zu Wunsiedel, die sich als Nebenschluß- und als Serienmaschine schalten läßt. Im ersteren Fall beträgt ihre normale Leistung 10 A. bei 50 V., in letzterem

¹⁾ Ausführlich wiedergegeben bei H. v. Stein, *Giordano Bruno, Gedanken über seine Lehre und sein Leben*, herausgegeben von F. Poske, Leipzig und Berlin 1900.

10 A. bei 45 V.; doch verträgt sie als Nebenschlußmaschine eine vorübergehende Überlastung bis zu 12 A. und 60 V. ganz gut. Im Erregerstromkreis liegen bei letzterer Schaltung ein Kurbelrheostat (bis 13 Ohm) und ein Amperemeter (bis 12 A.) und im Hauptstromkreis ein Voltmeter (bis 75 V.), ein Amperemeter (bis 15 A.) und ein Stöpselrheostat (bis $20\frac{1}{2}$ Ohm). Der Gleichstrom wird auf dem Experimentiertisch Leitungsschienen entnommen, eine Einrichtung, die großen Schaden anrichten kann. Alle diese Apparate waren auch von Fraas bezogen. Die Dynamomaschine und der Elektromotor stehen, was nicht empfehlenswert ist, dauernd neben dem Experimentiertisch und können durch Ledertuchüberzüge vor Verstaubung geschützt werden. Die drei Leiter des Anschlußkabels haben einen Querschnitt von 35 mm^2 und können dauernd mit je 70 A. belastet werden, sodaß eine spätere Verstärkung der Anlage möglich ist. Von dem Schaltbrett sind 4 Leitungen abgezweigt: nach dem Drehstrommotor, nach einer Bogenlampe, die in der Mitte des Zimmers aufgehängt ist, nach dem Experimentiertisch und nach der Wandtafelbeleuchtung. Auf dem Schaltbrett sitzen ein Voltmeter, ein Amperemeter, ein Bogenlampen-Transformator, der Vorschaltwiderstand für die Bogenlampe, ein Voltmeterumschalter, 5 Ausschalter und 9 Anschlußklemmen. Letztere sind mit je einer Flügelschraube mit Unterlegscheibe versehen, um nötigenfalls auch von ihnen Strom abnehmen zu können. Der Motor ist ein Asynchronmotor Type Nd $1\frac{1}{2}$ mit einem Effektbedarf von 1,4 Kilowatt bei einer Leistung von 1,5 PS. Die Umdrehungszahl beträgt hierbei 1430 in der Minute. Der Motor verträgt eine starke Überlastung. Mit ihm steht ein dreiteiliger Regulierwiderstand in Verbindung, mit dem man die Umdrehungszahl bis auf 20 % der angegebenen Zahl bei gleichbleibender Zugkraft vermindern kann. Der Widerstand dient zugleich als Anlasser. Die Bogenlampe ist eine Differentiallampe für Wechselstrom mit einem Stromverbrauch von 16 A.; der zugehörige Transformator setzt die Spannungen von 120 V. auf 40 V. herab. Die Tafelbeleuchtung besteht aus 6 Glühlampen von 16 NK., die in einem halbzyllindrischen Reflektor von 1,8 m Länge angebracht sind, der an Schnüren hängt, die über Rollen geführt sind. Von dem Schaltbrett laufen drei Leitungen nach dem Experimentiertisch zu 6 Anschlußklemmen. Die eine liefert Wechselstrom von 120 V. bis zu 30 A. Als Vorschaltwiderstand dient eine kleine Glühlampenbatterie (12 Birnen in 3 Reihen parallel geschaltet). Es werden Lampen von 5 bis 100 NK. benutzt. Dieser Widerstand steht beim Gebrauch auf dem Experimentiertisch und dient auch gelegentlich zur Belastung der Dynamomaschine, wobei Lampen von 50 V. benutzt werden. Die zweite Leitung führt zum Voltmeterumschalter und gestattet, dieses Instrument zu Messungen auf dem Experimentiertisch zu benutzen. Die dritte Leitung ist von der Bogenlampen-Leitung abgezweigt und liefert somit Strom von 40 V. Spannung für die Projektionslampe. Die Neuanlage ist von der Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. Schuckert & Co. ausgeführt.

2. Die elektrische Anlage der Oberrealschule zu Freiburg im Breisgau. Von Prof. SCHELLENBERG (*Progr. Nr. 693, 1902*). Die Arbeit enthält nicht bloß eine Beschreibung der elektrischen Anlage, die Siemens & Halske nach den Angaben des Verfassers ausgeführt haben, sondern behandelt außerdem für die Schüler und deren Eltern das Dreileitersystem im allgemeinen, dessen Vorteile und Nachteile und die Beseitigung der letzteren. Wertvoll für den Fachmann sind besonders die Beschreibung der Anlage, die bei dem Entwurf hauptsächlich berücksichtigten Gesichtspunkte und die Angaben über die Benutzung der Anlage. Die Stadt Freiburg hatte zum Bau und zu der Einrichtung des Anschlusses 4500 M und außerdem für die Beschaffung eines Projektionsapparates noch 900 M bewilligt. Angeschlossen ist die Anstalt an ein Dreileitersystem von $2 \times 220\text{ V}$. Die Schattenseiten eines solchen Systems, auf die schon in dieser Zeitschr. 17, 113; 1904 hingewiesen worden ist, treten besonders dann hervor, wenn man neben geringer Spannung bedeutende Stromstärke gebraucht. In diesem Falle darf man den betreffenden Apparat nicht mehr zwischen Mittel- und Außenleiter, sondern nur zwischen die beiden Außenleiter schalten, weil die einseitige Einschaltung die Spannung auf beiden Seiten stark verändert. Zu Freiburg ist die einseitige Entnahme von nur 2000 Watt gestattet; doch

deshalb auch keinem Gesetz unterworfen, sondern willkürlich; ihre Bahnen seien gewisse krumme Linien, aber nicht Kreise oder grade Linien; der vollendete Kreis sei ebenso wie die vollendete Gerade ein Ausnahmefall.

Man erkennt, wie hier Wahres und Falsches durcheinander gemengt sind. Der Grund dafür ist in der Methode Brunos zu suchen. Diese besteht 1. in der Berufung darauf, daß der Schein trügt, und demzufolge in konsequenter Ablehnung des Zeugnisses der Sinneswahrnehmung: für Bruno ist die Copernikanische Welterklärung ein Vorbild der Erklärung überhaupt. 2. Analogieschlüsse spielen bei Bruno eine große Rolle und verleiten ihn, wie vorher gezeigt, zu Irrtümern. 3. Der erbitterte Kampf gegen die Autorität, namentlich des Aristoteles, ist eine Hauptquelle seiner Fehlschlüsse. 4. Er beobachtet die natürlichen Erscheinungen oft scharf und richtig, aber er zieht daraus falsche Folgerungen. So schließt er, weil ein dunkler Körper, der sich von unserem Auge entfernt, schneller unsichtbar wird, als ein leuchtender, daß ein leuchtender durch einen dunklen dazwischenliegenden nicht verdeckt werden könne; und weil das Wasser sich in Erdrissen und Kanälen stets zu unterst findet, daß das Wasser das relativ schwerste Element des Universums sei.

Bruno ersetzte die alten Hypothesen, die er bekämpfte, einfach durch gewisse neue, die um nichts besser begründet waren, er ließ sich vorwiegend von Analogien leiten und folgte den Eingebungen seiner kühnen Phantasie, ohne sie weder durch die Strenge mathematischen Denkens noch durch die genaue Prüfung an den Tatsachen zu zügeln. Daß er Vieles von den späteren Errungenschaften der Forschung mit vorahnendem Geiste vorweggenommen hat, ist nicht in Abrede zu stellen; aber der Wert dieser Vorwegnahme wird dadurch sehr gemindert, daß dabei Wahres mit Falschem gemischt, und die Begründung in jedem Fall eine ganz unzureichende ist. Die Bedeutung Brunos liegt viel mehr auf dem Gebiet der Geistesgeschichte als auf dem der Naturforschung; es wird ihm ewig zum Ruhme gereichen, in der neuen durch Copernikus erschlossenen Welt dem menschlichen Individuum seine Stellung angewiesen zu haben. Gegenüber dem kühnen Gedankenflug Brunos mag Copernikus beschränkt und nüchtern erscheinen; auch BRUNNS vermißt an ihm den kühnen Freimut und den genialen Sinn des Nolaners. Aber damit geschieht dem Copernikus Unrecht; man lese nur, wie Bruno selbst in der *Cena delle ceneri* (Op. I 126) von der „Geistesgröße dieses Deutschen“ spricht¹⁾, und nicht minder bedeutsam ist, was Kepler von ihm sagt: „er war im Geiste frei.“ Immerhin ist es richtig, daß die beiden die Repräsentanten der extremst verschiedenen Naturen sind, die im Einzelnen wie in der Menschheit mit einander im Wettkampf stehen: der eine der exakte Gelehrte, der andere der geistsprühende, blendende, mit sich fortreißende Phantast.

P.

4. Unterricht und Methode.

Elektrische Starkstromanlagen für den Unterricht. 1. Die elektrische Starkstromanlage am großh. Ostergymnasium zu Mainz. Von Prof. Dr. FINK. (*Progr. No. 710, 1902*). Das Gymnasium ist an das städtische Elektrizitätswerk angeschlossen, das hochgespannten Dreiphasen-Wechselstrom erzeugt, dessen Spannung Transformatoren von 3000 auf 120 V. erniedrigen. Die Zahl der Polwechsel beträgt 100 in der Sekunde. Es war daher neben einer Anlage zur Benutzung des Drehstromes und des aus zwei Leitern entnommenen Wechselstromes noch eine zweite Anlage zur Umformung des Drehstromes in Gleichstrom auszuführen. Zu letzterem Zweck wurde ein auf einem Spanschlitten montierter Drehstrommotor mit einer bereits vorhandenen zweipoligen Flachringdynamo durch Riemenübertragung verbunden. Die ursprünglich für Handbetrieb eingerichtete Dynamomaschine war für eine Leistung von 500 Watt gebaut und gab am Kollektor Gleichstrom sowie an 4 Schleifringen einphasigen Wechselstrom und Drehstrom ab. Sie ist eine Universal-dynamo No. 0 von Fraas zu Wunsiedel, die sich als Nebenschluß- und als Serienmaschine schalten läßt. Im ersteren Fall beträgt ihre normale Leistung 10 A. bei 50 V., in letzterem

¹⁾ Ausführlich wiedergegeben bei H. v. Stein, Giordano Bruno, Gedanken über seine Lehre und sein Leben, herausgegeben von F. Poske, Leipzig und Berlin 1900.

10 A. bei 45 V.; doch verträgt sie als Nebenschlußmaschine eine vorübergehende Überlastung bis zu 12 A. und 60 V. ganz gut. Im Erregerstromkreis liegen bei letzterer Schaltung ein Kurbelrheostat (bis 13 Ohm) und ein Amperemeter (bis 12 A.) und im Hauptstromkreis ein Voltmeter (bis 75 V.), ein Amperemeter (bis 15 A.) und ein Stöpselrheostat (bis $20\frac{1}{2}$ Ohm). Der Gleichstrom wird auf dem Experimentiertisch Leitungsschienen entnommen, eine Einrichtung, die großen Schaden anrichten kann. Alle diese Apparate waren auch von Fraas bezogen. Die Dynamomaschine und der Elektromotor stehen, was nicht empfehlenswert ist, dauernd neben dem Experimentiertisch und können durch Ledertuchüberzüge vor Verstaubung geschützt werden. Die drei Leiter des Anschlußkabels haben einen Querschnitt von 35 mm^2 und können dauernd mit je 70 A. belastet werden, sodaß eine spätere Verstärkung der Anlage möglich ist. Von dem Schaltbrett sind 4 Leitungen abgezweigt: nach dem Drehstrommotor, nach einer Bogenlampe, die in der Mitte des Zimmers aufgehängt ist, nach dem Experimentiertisch und nach der Wandtafelbeleuchtung. Auf dem Schaltbrett sitzen ein Voltmeter, ein Amperemeter, ein Bogenlampen-Transformator, der Vorschaltwiderstand für die Bogenlampe, ein Voltmeterumschalter, 5 Ausschalter und 9 Anschlußklemmen. Letztere sind mit je einer Flügelschraube mit Unterlegscheibe versehen, um nötigenfalls auch von ihnen Strom abnehmen zu können. Der Motor ist ein Asynchronmotor Type Nd $1\frac{1}{2}$ mit einem Effektbedarf von 1,4 Kilowatt bei einer Leistung von 1,5 PS. Die Umdrehungszahl beträgt hierbei 1430 in der Minute. Der Motor verträgt eine starke Überlastung. Mit ihm steht ein dreiteiliger Regulierwiderstand in Verbindung, mit dem man die Umdrehungszahl bis auf 20 % der angegebenen Zahl bei gleichbleibender Zugkraft vermindern kann. Der Widerstand dient zugleich als Anlasser. Die Bogenlampe ist eine Differentiallampe für Wechselstrom mit einem Stromverbrauch von 16 A.; der zugehörige Transformator setzt die Spannungen von 120 V. auf 40 V. herab. Die Tafelbeleuchtung besteht aus 6 Glühlampen von 16 NK., die in einem halbzyllindrischen Reflektor von 1,8 m Länge angebracht sind, der an Schnüren hängt, die über Rollen geführt sind. Von dem Schaltbrett laufen drei Leitungen nach dem Experimentiertisch zu 6 Anschlußklemmen. Die eine liefert Wechselstrom von 120 V. bis zu 30 A. Als Vorschaltwiderstand dient eine kleine Glühlampenbatterie (12 Birnen in 3 Reihen parallel geschaltet). Es werden Lampen von 5 bis 100 NK. benutzt. Dieser Widerstand steht beim Gebrauch auf dem Experimentiertisch und dient auch gelegentlich zur Belastung der Dynamomaschine, wobei Lampen von 50 V. benutzt werden. Die zweite Leitung führt zum Voltmeterumschalter und gestattet, dieses Instrument zu Messungen auf dem Experimentiertisch zu benutzen. Die dritte Leitung ist von der Bogenlampen-Leitung abgezweigt und liefert somit Strom von 40 V. Spannung für die Projektionslampe. Die Neuanlage ist von der Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. Schuckert & Co. ausgeführt.

2. Die elektrische Anlage der Oberrealschule zu Freiburg im Breisgau. Von Prof. SCHELLENBERG (*Progr. Nr. 693, 1902*). Die Arbeit enthält nicht bloß eine Beschreibung der elektrischen Anlage, die Siemens & Halske nach den Angaben des Verfassers ausgeführt haben, sondern behandelt außerdem für die Schüler und deren Eltern das Dreileitersystem im allgemeinen, dessen Vorteile und Nachteile und die Beseitigung der letzteren. Wertvoll für den Fachmann sind besonders die Beschreibung der Anlage, die bei dem Entwurf hauptsächlich berücksichtigten Gesichtspunkte und die Angaben über die Benutzung der Anlage. Die Stadt Freiburg hatte zum Bau und zu der Einrichtung des Anschlusses 4500 M und außerdem für die Beschaffung eines Projektionsapparates noch 900 M bewilligt. Angeschlossen ist die Anstalt an ein Dreileitersystem von 2×220 V. Die Schattenseiten eines solchen Systems, auf die schon in dieser Zeitschr. 17, 113; 1904 hingewiesen worden ist, treten besonders dann hervor, wenn man neben geringer Spannung bedeutende Stromstärke gebraucht. In diesem Falle darf man den betreffenden Apparat nicht mehr zwischen Mittel- und Außenleiter, sondern nur zwischen die beiden Außenleiter schalten, weil die einseitige Einschaltung die Spannung auf beiden Seiten stark verändert. Zu Freiburg ist die einseitige Entnahme von nur 2000 Watt gestattet; doch

werden, und das ist für Schulen sehr wichtig, Projektionslampen von dieser Bestimmung ausgenommen; denn sonst müßte man bei einer Projektionslampe von 30 A nicht weniger als $(440 - 45 - 20) \cdot 30 \text{ Watt} = 11\,250 \text{ Watt} = \sim 15 \text{ PS}$ töten; auch bei 220 V muß man immer noch $(220 - 65) \cdot 30 \text{ Watt} = 4650 \text{ Watt} = \sim 6 \text{ PS}$ vergeuden. An der Oberrealschule wird der Strom im Dreileitersystem mit blankem Mittelleiter hinter dem Zähler in zwei verschiedene Leitungen zerlegt und jede mit einer Spannung von $2 \times 220 \text{ V}$ zu Schalttafeln geführt, die im physikalischen und im chemischen Lehrzimmer aufgestellt sind. Die nach dem Physikzimmer geführten Drähte haben einen Querschnitt von je 25 mm^2 und die nach dem Chemiezimmer einen Querschnitt von je 16 mm^2 . Zur Transformierung des Stromes in niedriggespannten Gleichstrom und in Wechselstrom ist hinter dem Schaltbrett im Physikzimmer eine kleine Umformerstation eingerichtet worden. Diese Nebenanlage umfaßt einen Motorgenerator, der aus einem Gleichstrommotor für 220 V besteht, eine Dynamo mit Kollektor zur Abnahme von Gleichstrom und 6 Schleifringen zur Abnahme von ein-, zwei- und dreiphasigem Wechselstrom, nebst Anlasser, Nebenschluß-Regulierwiderstand, Regulierwiderstand für die Erregung der Dynamo u. s. w. Motor und Dynamo sind in ein Gehäuse eingebaut. Der Motor macht 1400 Umdrehungen in der Minute und leistet 2,5 PS. Die Leistung der Dynamo beträgt 18,5 A bei 65 V. Im Physikzimmer sind vom Schaltbrett aus fest verlegt: 1. Eine Leitung für 12 Glühlampen zur Beleuchtung des Zimmers. 2. Eine Leitung für 6 Glühlampen zur Beleuchtung der Tafel und des Experimentiertisches. 3. Eine Leitung zu einem Steckkontakt für eine einzelne Glühlampe; diese Leitung zweigt zwischen Sicherung und Ausschalter der vorigen ab. 4. Eine Leitung zu 2 Klemmen für eine Projektionslampe. 5. Eine Leitung zu 2 Klemmen am Experimentiertisch. Bei der Anlage wurde das Hauptgewicht darauf gelegt: eine möglichst vielseitige Anwendbarkeit und eine einfache und übersichtliche Anlage unter Berücksichtigung der Kosten und des zur Verfügung stehenden Raumes zu erzielen. Die Anlage sollte kein Demonstrationsobjekt sein. Für besondere Zwecke wurden auch besondere Leitungen abzweigend, sodaß man diese unabhängig von einander gleichzeitig benutzen kann. Die Leitungen der elektrischen Beleuchtung sind vor dem Hauptausschalter angeschlossen, damit im Falle einer Störung beim Experimentieren bei erleuchtetem Zimmer durch Herausreißen des Hauptausschalters keine Dunkelheit eintritt. Die Abnahme des Stromes, mit Ausnahme des von 65 V, erfolgt am Schaltbrett. Bemerkenswert ist die geringe Anzahl von Meßinstrumenten am Schaltbrett und das gänzliche Fehlen von Widerständen mit Ausnahme der Regulierwiderstände des Maschinenaggregats. Maßgebend war dabei die Absicht, nur soviel Meßinstrumente anzubringen, als für den Experimentator zur Beherrschung der Stromverhältnisse durchaus notwendig sind. Der Mangel an festen Widerständen macht die Benutzung der Anlage wohl etwas unbequem.

Dies Programm und auch das von Herrn Prof. FISK sind wertvolle Beiträge zu der noch ungeklärten brennenden Frage: Wie richtet man am besten den elektrischen Anschluß einer Schule ein? Die ganze Literatur darüber bringt fast nur Beschreibungen von neuen, nach den Plänen der Verfasser ausgeführten Anlagen. Von noch größerem Werte als solche Arbeiten sind nun Mitteilungen, worin nach einigen Jahren alle Vorzüge und besonders alle Mängel, die sich im Laufe der Zeit herausgestellt haben, ganz offen dargelegt werden. Wünschenswert ist wohl, daß man das Schaltbrett ganz oder wenigstens einen großen Teil seiner Ausrüstung in die Nebenräume verlegt, und daß während der Versuche nur die wesentlichen Apparate auf dem Experimentiertische und überhaupt in dem Lehrzimmer stehen, sodaß die Erscheinung, befreit von allen technischen Nebensachen, möglichst rein zur Anschauung kommt. Großer Wert ist darauf zu legen, daß der Lehrer mit ein oder zwei Handgriffen sofort Strom von der erforderlichen Spannung und Stärke zur Verfügung hat, und daß man alle Verbindungen, die in der Lehrstunde herzustellen sind, auf die geringste Zahl herabdrückt. Die Herstellung solcher Einrichtungen kostet Geld. Werbend ausgegebenes Geld erhält man wieder, vergeudete Zeit aber ist unrettbar verloren.

H.-M.

5. Technik und mechanische Praxis.

Glaspapierpiegel, ihre Herstellung und Anwendung. — Mit der Entwicklung der Seeschifffahrt hatte sich auch die Notwendigkeit von Leuchtleuchern an den Küsten, sei es zur Warnung vor Gefahren oder als Wegweiser, ergeben. Der Wichtigkeit der Leuchtleuchter entsprachen aber die zur Verfügung stehenden Lichtquellen nicht; man war zunächst auf Holz, Kohlen und Kerzen angewiesen, mit denen eine bedeutende Lichtwirkung nicht zu erzielen war; bessere Aussichten boten erst die Öllampen mit Zugglas (1765) und doppeltem Luftzug (1786), da es bei ihnen durch Anwendung von Reflektoren möglich war, das Licht vorteilhafter auszunutzen. Weil nun bei einem Leuchtleuchter das Licht hauptsächlich auf den Horizont ausgestrahlt werden soll, so müssen zur Erreichung größtmöglicher Sichtweite alle Strahlen in ein enges Bündel zusammengefaßt werden, dessen Lichtstärke um so größer ist, je kleiner der von ihm umspannte Horizontwinkel und das über den ganzen Horizont oder über einen Teil desselben bewegt wird, man bedarf daher eines Reflektors, welcher alle von der Lichtquelle auf ihn fallenden Strahlen einander parallel zurückwirft. Hierzu ist allein eine paraboloidische Fläche brauchbar, und es fanden Parabolreflektoren schon zu Ende des 18. Jahrhunderts Verwendung; sie waren aber aus Metall hergestellt, welches unter den Witterungseinflüssen bald leidet und außerdem Lichtenergie absorbiert, also die Strahlung bei der Reflexion merklich schwächt. Als besser wetterbeständiges und widerstandsfähigeres Material kam Glas in Betracht, dieses mußte aber mathematisch genau geschliffen werden, und außerdem mußte der Amalgambelag durch einen anderen ebenfalls widerstandsfähigeren ersetzt werden. Letztere Aufgabe löste Liebig 1856 durch Auffindung eines Verfahrens zur Herstellung von Glasspiegeln mit Silberbelag, die erstere blieb aber bestehen, da die verschiedenen bekannten Parabelkonstruktionen sich nicht als Grundlage von Schleifmaschinen verwenden ließen, von denen verlangt werden muß, daß das Schleifwerkzeug zwangläufig eine genaue Parabel beschreibt. Eine Lösung fand erst 1885 Prof. Munker (gest. 1902) im Verein mit der Firma S. Schuckert & Co. (D. R. P. 35477). Zu Grunde liegt der Satz: Eine Parabel ist der geometrische Ort aller Punkte, für welche die Summe ihrer Abstände von einem festen Punkt und einer Geraden einen gleichbleibenden Wert besitzt (siehe *Dingler's polytechn. Journal* CCLXI, 11–13, 1886).

Die zur Anfertigung der Paraboloiden nach diesem Satze dienende Maschine ist schematisch in Fig. 1 dargestellt¹⁾. Der feste Punkt ist die am Gestelle befestigte Rolle *a*, die Gerade der vom Bolzen *b* beschriebene Weg, der bewegliche Punkt *c*, die unveränderliche Summe seiner Abstände von *a* und der Geraden das zwischen *a* und *b* ausgespannte Stahlband *d*; die Rolle *c* ist an einem in senkrechter Führung beweglichen Schieber *e* befestigt, dessen unteres Ende zur Aufnahme des Schleifwerkzeuges *f* eingerichtet ist. Wird durch Drehen der Schraubenspindel *g* der Schlitten *h* längs der wagerechten Geradföhrung *ii* bewegt, so beschreibt nach dem obigen Satz *c* eine Parabel und ebenso *f*. Das Gewicht *k* dient zum annähernden Ausgleich der Schwere des Schiebers *e*, während *l* das Stahlband *d* dauernd gleichmäßig gespannt hält. Der zu schleifende Glaskörper *m* wird auf einen tief tellerförmigen Drehtisch *n* aufgekittet, dessen Achse genau in der Ebene von *a*, *c* und *b* sowie der von *e* und *f* beschriebenen Parabeln liegen muß; dieser Drehtisch ist in *o* und *p* gelagert und erhält seinen Antrieb durch die Riemscheibe *q*. Behufs Schleifens der konkaven Seite der Spiegel ist *b* entsprechend oberhalb *ii* und *d* im umgekehrten Sinne um *a* und *c* zu legen. — Die Spiegel werden in folgender Weise angefertigt: Nachdem, etwa durch Pressen in glühwarmem Zustande über geeigneter Form, ein paraboloidischer Glaskörper von annähernd überall gleicher Dicke hergestellt ist, wird dieser auf dem geschilderten Apparate roh vorgeschliffen, wobei die Führung des Schleifwerkzeuges eine passend parabolische Leitschiene übernimmt; dann wird diese entfernt und es beginnt der Feinschliff bzw. das Polieren, wobei *f* die Gestalt einer kleinen Scheibe hat, die vermöge besonderer Kugellagerung, deren

¹⁾ Diese Figur ist dem im Druck befindlichen Werke des Verf.: Das elektrische Bogenlicht, seine Entwicklung und seine physikalischen Grundlagen (Leipzig, S. Hirzel) entnommen.

Drehpunkt der Mittelpunkt dieser Scheibe ist, sich stets tangential zur Spiegelfläche einstellt. Nach vollendetem Polieren erfolgt das Versilbern, endlich die Überdeckung des Belags mit einem wetterbeständigen Überzug. Wie ersichtlich, ist das Verfahren, dessen Einzelheiten durch besondere Patente geschützt sind, ziemlich zeitraubend und erfordert nicht nur sehr genaue Spezialmaschinen, sondern auch peinliche Sorgfalt. Dies erklärt den hohen Preis mit solchen Spiegeln versehener Scheinwerfer, wie ein solcher in Fig. 2 nach einem von der Firma Schuckert freundlichst zur Verfügung gestellten Photogramm dargestellt ist, die jedoch wohl das Vollkommenste darstellen, was sich auf diesem Gebiete erreichen läßt. Die Spiegel sind in diesen Scheinwerfern mit Zwischenlage weichen Materiales — Asbest — in einer gußeisernen Fassung gebettet und noch durch ein besonderes, aus mehrfach sich überdeckenden Wänden bestehendes, gut ventiliertes Gehäuse geschützt; sie werden in Größen von 400 + 1500 mm Durchmesser für Lampen von 20 + 150 Amp. hergestellt. Die deutschen Kriegsschiffe erhielten anfangs (1882) je einen Scheinwerfer — mit Metallspiegel — für 35 Amp., später je 2 solche, jetzt 5 — „Fürst Bismarck“ 1897 — bis 6 mit Glasparabolspiegel für je 120 + 150 Amp. bei 59 + 61 Volt, welche je ~ 12000 Mark kosten. Ein bis zwei von diesen Scheinwerfern werden mit „Fernbewegung“ versehen, d. h. die beiden die Drehung um die senkrechte und wagerechte Achse bewirkenden Motoren können durch einen auf Deck hinter Panzerschutz oder im Kommandoturm befindlichen Schaltapparat einzeln oder gleichzeitig unabhängig von einander mit beliebiger Geschwindigkeit und in beliebiger Richtung betätigt werden, was die Beobachtung, die namentlich von einem vom Scheinwerfer entfernten und daher von Nebenlicht freien Platze stattfinden kann, sehr erleichtert.

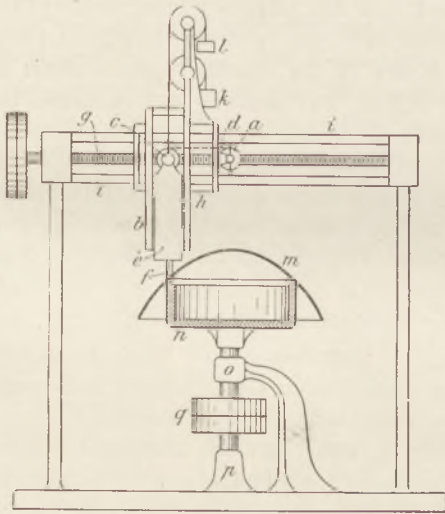


Fig. 1.

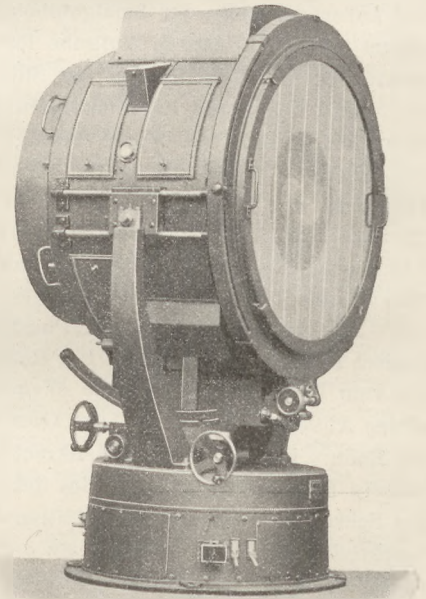


Fig. 2.

Die Lichtstärke im Lichtbündel beträgt im Maximum, bei Anwendung von Bogenlampen für 150 Amp., 58000 HK, die noch in 2 km Entfernung eine Beleuchtung von 32,25 Lux ergibt. Solche Scheinwerfer sind von besonderer Wichtigkeit für militärische Zwecke, namentlich zur Abwehr von Torpedoangriffen, lassen sich aber auch mit Erfolg auf Leuchttürmen verwenden, wie das auf Helgoland (seit 1902) geschieht. Hier sind 3 Scheinwerfer auf einer Plattform so angebracht, daß ihre Strahlenbündel Winkel von 120° mit einander bilden; diese Plattform läuft mit solcher Geschwindigkeit um, daß Blitze von $\frac{1}{30}$ Sekunde Dauer für jeden Punkt des Horizontes entstehen. Die Lichtstärke beträgt rund 40 000 000 NK, die Sichtweite 23 Seemeilen = 42,6 km.

W. Bigon von Czudnochowski.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Elemente der theoretischen Physik. Von Dr. C. Christiansen und Dr. Johs. J. C. Müller. Mit einem Vorwort von Prof. Dr. E. Wiedemann. Zweite, verbesserte Auflage. Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1903. VIII u. 532 S. M 11 geb.

Das Buch hat den Zweck, den Lernenden für das Studium der Originalabhandlungen auf den verschiedenen Gebieten der Physik vorzubereiten, und ist dafür vorzüglich geeignet. Es wählt die wichtigsten, bei speziellen Fragen zur Anwendung kommenden Probleme aus, behandelt sie auch klar und, soweit es für die erste Befassung mit der Sache notwendig ist, erschöpfend. Dadurch bietet es in allen Teilen eine gute Orientierung über den gegenwärtigen Stand der Forschung. Literaturangaben am Ende jedes Abschnittes geben Anweisungen, wo weitere Ausführungen zu finden sind.

Von Einzelheiten sei besonders hervorgehoben, daß der Besprechung des Lichtes die elektromagnetische Theorie zu Grunde gelegt ist, deren Vorzüge vor den älteren theoretischen Versuchen kurz und sachgemäß begründet werden. Daß der kinetischen Gastheorie keine Erwähnung geschieht, ist anzuerkennen. In der Wärmelehre wäre dasselbe in Bezug auf das Gesetz von van der Waals über die korrespondierenden Zustände zu wünschen, da es nur in sehr beschränktem Umfange gilt, überhaupt kein Gesetz ist, während so, wie es mitgeteilt wird, der Schein entsteht, als ob es den Beobachtungen entspräche. An einigen Stellen des Buches wird man durch die plötzliche Einführung eines Wortes, z. B. Kraft oder Arbeit, überrascht, ohne daß eine Definition oder wenigstens ein Hinweis auf solche gegeben ist; erst in der Folge erhalten die Wörter einen begrifflichen Inhalt durch die betreffenden Maßbestimmungen.

Der auf dem Titel zuerst genannte Verf. ist der eigentliche Urheber des Buches in dänischer Sprache. Die deutsche Ausgabe ist jedoch keine bloße Übersetzung, sondern von beiden Herausgebern neu bearbeitet. Der in dem Vorworte von E. Wiedemann ausgesprochenen Hoffnung, daß das Werk die jungen Physiker und Mathematiker wesentlich fördern werde, kann man von Herzen zustimmen.

Paul Gerber, Stargard.

Lehrbuch der Experimentalphysik in elementarer Darstellung. Von Dr. Arnold Berliner.

Mit 3 lithographischen Tafeln und 695 zum Teil farbigen Abbildungen im Texte. Jena, Gustav Fischer, 1903. 857 S. Ungeb. M 14.

Ein in mehrfacher Hinsicht originelles Werk! Originell zunächst in der Form des Ausdrucks, die in dem Leser das Gefühl persönlicher Gegenwart des Autors erzeugt; kein lehrhafter Kathedervortrag, sondern eine von fühlbarem persönlichen Interesse am Stoff getragene freie, lebendige Mitteilung. Wendungen der gewöhnlichen Umgangssprache („das ist nicht alles, was dem Licht passieren kann, wenn es an die Wand gelangt“ S. 638), eindringliche Wiederholungen wichtiger Feststellungen („wohl gemerkt“!) werden durchaus nicht ängstlich vermieden, eine Fülle anschaulicher Bilder auch aus dem Gebiete des bürgerlichen und politischen Lebens (Erläuterung der Kondensatorwirkung an den Verhältnissen des Burenkrieges S. 473) fördern das Verständnis. Längere oder gar schwierigere mathematische Entwicklungen kommen nirgends vor, der Verfasser läßt die Mathematik nie Maschinenarbeit leisten, er behält das Werkzeug immer in der Hand, und das Buch kann geradezu als ein Musterbeispiel dafür gelten, wie weit sich auf diesem Wege gelangen läßt. Freilich sind nicht wenige Formeln einfach mitgeteilt, was doch höchstens in Ausnahmefällen zulässig erscheint; teils hätte sich die Begründung mühelos geben lassen wie für die Kirchhoffschen Sätze über Stromverzweigung (S. 511) oder die Vergrößerungszahl der Fernrohre (S. 760), teils konnten die Formeln selbst ohne jeden Schaden wegleiben wie die Taylorsche Formel für die Schwingungszahl von Saiten (S. 408) oder das Amperesche elektrodynamische Grundgesetz (S. 558). Auch Tatsachenmaterial wird recht häufig nur „der Vollständigkeit halber“ angeführt, so die Raoultsche Methode zur Bestimmung des Molekulargewichts (S. 310 u. f.), die empfindlichen Flammen (S. 406) und anderes mehr.

Originell ist auch zum Teil die Auswahl und Anordnung des Stoffes. Es kann hier nur einzelnes mitgeteilt werden. In der Mechanik erfolgt die Ableitung des Gesetzes für die feste Rolle aus der allgemeinen Gleichgewichtsbedingung für an einem drehbaren Körper wirkende Kräfte, der Hebel wird auf die Rolle zurückgeführt (S. 99 u. f.); der Stoß ist garnicht behandelt. Das Boylesche Gesetz erhält seine Begründung aus der kinetischen Gastheorie! Die Verdienste O. von Guericques treten stark in den Hintergrund. Die Wärmelehre beginnt sogleich mit der Einführung in die mechanische Wärmetheorie und der Ableitung des ersten Hauptsatzes (bei jeder Versuchsanordnung sollen sich nach dem Verfasser genau 425,5 mkg ergeben! S. 255) und der Besprechung des zweiten. Die trefflichsten Abschnitte des Buches sind wohl die über Elektrik und Optik. In höchst anschaulicher Weise geschieht in der Elektrostatik die Einführung des Potentialbegriffes, bei der Behandlung der dielektrischen Polarisation kommt wiederholt Faraday selbst zu Wort. Überhaupt gereichen Zitate

aus den Klassikern unserer Wissenschaft, wie Faraday, Maxwell, Helmholtz, Siemens, dem Buche zur Zierde, und das Zurückgehen auf die Quellen darf allen Verfassern von Lehrbüchern zur Nachahmung empfohlen werden. Vielfach abweichend von der gewöhnlichen ist die Disposition des Stoffes in der Elektrokinetik; die Verschiebung der magnetischen Erscheinungen weit ans Ende macht freilich manche Vorausnahme nötig, zeigt sich aber doch im allgemeinen als vorteilhaft; die disruptive Funkenladung erhält die richtige Stelle hinter der Untersuchung des Potentialausgleichs durch Leiter. In der Optik wird die Farbenzerstreuung mit der einfachen Brechung unmittelbar verbunden und an diese sofort die Doppelbrechung geschlossen. Ganz besondere Beachtung verdient die Behandlung der optischen Instrumente in der für den Unterricht fast noch garnicht ausgenutzten Auffassung von Abbe-Czapski. Wir sehen den Verfasser überhaupt überall bestrebt, den Leser mit dem neuesten Standpunkt der Wissenschaft bekannt zu machen; vielleicht geht er hierin bisweilen zu weit, wie z. B. bei der Behandlung der galvanischen Elemente und der galvanischen Polarisation nach den Theorien von Nernst und Le Blanc.

Die gedankliche Durcharbeitung ist gegenüber der experimentellen im großen und ganzen stark bevorzugt. Ein Vorwurf läßt sich hieraus nicht ableiten, denn ein Physikbuch kann nie zum Selbstunterricht bestimmt sein. Jeder, der einmal einen guten Physikunterricht genossen hat, wird das vorliegende Lehrbuch mit größtem Vorteil gebrauchen, um verloren gegangene oder zusammenhanglos gewordene Kenntnisse zu rekonstruieren und zu ordnen, und der Lehrer der Physik kann aus ihm eine Fülle von Anregungen für fördernde Gestaltung seines Unterrichts schöpfen.

Die äußere Ausstattung ist vortrefflich, der Druck hervorragend deutlich. Einigermaßen störend wirken die Rundschriftbuchstaben an den Figuren durch ihre starke Abweichung von der Gestalt der entsprechenden Buchstaben im Text. Eine beachtenswerte Neuerung bilden die Tafeln mit Klappfiguren zur Erläuterung der Doppelbrechung und Polarisation. — Auf vereinzelte Unrichtigkeiten und anfechtbare Behauptungen oder Druckfehler hinzuweisen, verbieten die dieser Besprechung gezogenen engen Grenzen.

Hans Keferstein-Hamburg.

Ad. Wernickes Lehrbuch der Mechanik in elementarer Darstellung mit Anwendungen und Übungen aus den Gebieten der Physik und Technik. In zwei Teilen. Erster Teil, Mechanik der festen Körper, von Dr. Alex. Wernicke. Vierte Auflage. Dritte Abteilung, Statik und Kinetik elastisch-fester Körper. Braunschweig, Vieweg u. Sohn, 1903. XI S. u. S. 811 bis 1635. M 11 geb.

Mit dieser Abteilung der Neubearbeitung des Wernickeschen Lehrbuches, über dessen andere neu erschienenen Teile in dieser Zeitschrift XIV 248 und XV 245 berichtet worden ist, liegt das ganze Werk nun vollendet vor. Sie ist zugleich dazu bestimmt, ein selbständiges Lehrbuch der Elastizität und Festigkeit zu bilden, und kann daher als Sonderausgabe einzeln gekauft werden.

Als Einleitung wird ein Kapitel zur Begründung der Lehre von der Elastizität und Festigkeit vorausgeschickt. Darauf wird die Statik isotroper elastisch-fester Körper, die dem Gesetze von Hooke folgen, behandelt: zunächst der gerade Stab unter dem Einflusse von Zug oder Druck und von Schub, dann die Biegung und die Verdrehung des geraden Stabes, die Knickung gerader Stäbe und die Biegung bei exzentrischer Belastung, die Biegung gespannter Balken, die Anstrengung gerader Stäbe bei Fällen zusammengesetzter Elastizität und Festigkeit, das Fachwerk aus geraden Stäben, die Biegung krummer Stäbe, plattenförmige Körper, die Schüttmassen, endlich die elastischen Grundgleichungen und die Arbeit der Formänderung nebst angehängten Betrachtungen über die Einwirkung der Temperaturschwankungen. Das dritte Kapitel hat die Statik isotroper elastisch-fester Körper, die nicht dem Gesetze von Hooke folgen, und die Statik entsprechender heterotroper Körper zum Gegenstande. Im vierten Kapitel werden die Spannungen und der Stoß bewegter elastisch-fester Körper und das Prinzip von der Erhaltung der Energie erörtert. Im fünften Kapitel folgen allgemeine Bemerkungen über Maschinen und statische Konstruktionen. Als Anhang werden vielfache Anwendungen und Übungen gegeben.

Von den graphischen Methoden wird ausgiebig Gebrauch gemacht; aber auch die Benutzung der Infinitesimalrechnung war nicht ganz zu umgehen. Trotzdem kann das Buch an technischen Mittelschulen wohl Verwendung finden. Einzelnes können auch Lehrer an Realanstalten für ihre Zwecke daraus entnehmen. Außerdem eignet es sich durch das angefügte, auf alle Abteilungen des ersten Teiles sich erstreckende Sachregister und die Zusammenstellung der häufiger vorkommenden Bezeichnungen zum Nachschlagewerk.

Paul Gerber, Stargard.

Die Energie und ihre Formen. Von Dr. A. Helfenstein. Leipzig und Wien, Franz Deuticke, 1903. IV u. 152 S.

Als Nebentitel trägt dieses Buch die Bezeichnung: Kritische Studien. Daß hier Studien vorliegen, läßt sich ja nicht bestreiten; aber kritisch sind sie nicht. Dies beweist sogleich der Anfang.

Früher hätte man es nur vermocht, die Tatsachen zusammenzustellen und dadurch Axiome herauszufinden, durch die sich jene verbinden ließen, man hätte also von den Tatsachen ausgehen müssen; heute ständen aber die Mittel zur Verfügung, sofort Axiome zu formulieren, man könne also solche zu Grunde legen. Es folgen die beiden Axiome, daß die Weltmasse und ihre Energie konstant seien. Erst dann wird zu erklären versucht, was Masse und Energie bedeuten. Einige Seiten später sind es drei Axiome, die als Grundlage der Naturauffassung dienen sollen, indem noch eins über den Raum hinzukommt. Seien es nun zwei oder drei: physikalische Gesetze, die sich auf die Welt als Ganzes beziehen, können wir überhaupt nicht aufstellen, obgleich es zuweilen geschieht; denn anders als aus Erfahrung gibt es keine Gesetze, und unsere Erfahrungen erstrecken sich nur auf das gegenseitige Verhalten von Teilen des Weltalls. Der Verf. sagt ferner: Wir kennen . . . Atome, Moleküle, Molekularkomplexe u. s. f. Wer kennt sie denn? In Bezug auf die Wärme wird der landläufige kinetische Standpunkt eingenommen, nur daß es auch hier an Klarheit mangelt. Wegen der Schwere wird gegen Newton polemisiert. Sie soll darin bestehen, daß die Erdrinde zitternde Bewegungen nach allen Richtungen ausführt; also ist sie wohl eine Folge der Altersschwäche der Erde. Über die Besprechung des Lichtes ist dasselbe wie über die der Wärme zu sagen; von der elektromagnetischen Lichttheorie verlautet nichts. Von den Aggregatzuständen heißt es, sie seien eine Funktion der Reibung. Wenn die Ionentheorie bekämpft wird, soll dies an sich nicht getadelt werden; sie hat aber den Vorzug, sich auf bestimmte Zahlenbeziehungen berufen zu können, auf die der Verf. nicht eingeht. Sehr intime Kenntnisse bekundet er über die mechanische Entstehung der elektrischen Vorgänge; woher er sie nimmt, sagt er nicht. In dem Abschnitt über die Energie der Nervenbahnen liest man, die als Reiz wirkenden Energieformen verwandelten sich in Nervalenergie, die sich zum Gehirn fortpflanze, dort Bewußtsein erzeuge, sich in Wärme umsetze und durch das Blut weggeführt werde, erfolge aber eine Umsetzung der Blutwärme in Bewegungen im Gehirn, so entstünden Erinnerungsvorgänge. Den Schluß des Buches bildet eine Kette von Vermutungen über die Entstehung der Weltkörper und die Gravitation nebst einer höchst komplizierten, übrigens unsachlichen Einteilung der Energieformen. Daß sich der Verf. im Vorworte abfällig darüber äußert, daß das Hypothesenunwesen blühe, ist nach alledem höchst erstaunlich.

Paul Gerber, Stargard.

Theorie der Bewegungsübertragung als Versuch einer neuen Grundlegung der Mechanik von Richard Manno. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1903. IV u. 102 S.

Von der Betrachtung des geraden und des schiefen Stoßes aus wird der Versuch gemacht, in dem Stoßvorgange den allgemein gültigen Typus jeder Bewegungsübertragung zu erblicken. Das Prinzip der Erhaltung der Bewegung des Massenmittelpunktes und der Erhaltung der auf ihn bezogenen Partialbewegungen, mit eventueller Richtungsumkehr, soll die Formen des Bewegungsaustausches eindeutig und vollständig bestimmen, sodaß, wenn in einem geschlossenen System die Positions-, Massen- und Geschwindigkeitswerte zu einer gewissen Zeit gegeben sind, der Zustand des Systems für jede beliebige Zeit auf rein mathematischem Wege gefunden werden kann. Es bedarf dazu natürlich, z. B. beim freien Fall an der Erdoberfläche, mancher Hypothesen. Der Verf. hebt sogar rühmend hervor, daß seine Theorie eine große Modulations- und Anpassungsfähigkeit besitze, weshalb sie bei Sonderproblemen nicht so leicht in Verlegenheit gesetzt werde. Wenn er aber, ohne sich auf eine nähere Begründung einzulassen, die Poinsotsche Theorie der Drehung eines festen Körpers für unhaltbar oder die Korrektur der Arbeitsberechnung durch die überschüssige lebendige Kraft des fallenden Gewichtes bei den Jouleschen Versuchen zur Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents für wertlos erklärt, so macht dies bedenklich. Übrigens besteht ein großer Teil des Buches aus langen, wohl erkenntniskritisch gemeinten Erörterungen, bei denen nicht selten ganz schlichte Gedanken in rauschende Worte gehüllt sind.

Paul Gerber, Stargard.

Zur Atombewegung. Kritik und Neues. Von Dr. Johannes Hundhausen. Leipzig, Ambrosius Barth, 1903. 54 S. M 1,20.

Der hauptsächlichste Inhalt dieses Buches läßt sich durch die folgenden, meist wörtlich entlehnten Sätze wiedergeben. — Für Stoff, Raum und Bewegung besteht das Gesetz der Erhaltung, aber die herrschenden Theorien berücksichtigen es gar nicht oder nicht hinreichend. Hiermit hängt es zusammen, daß die Naturwissenschaft kein einheitliches Erklärungsprinzip der Bewegungsvorgänge besitzt. Wie die Gestirne in ruheloser, kontinuierlicher Umkreisung ihre Bahnen ziehen, so sollen auch die Atome ihre Weglängen gemäß einer besonderen Bewegung in ihnen zu durchlaufen haben. Und ist die Sternbewegung primärer Natur, wie sie zu sein scheint, so liegt analogiemäßig kein Grund vor, bei den Atomen einen andern Bewegungsmodus anzunehmen. Aber es existiert keinerlei Parallelismus in dieser Analogie. Daher ist zu versuchen, die Stoffbewegung als sekundär abzuleiten. Es gibt ursprünglich nur einen unterschiedslosen, völlig gleichmäßig den Raum erfüllenden Bewegungs-

stoff. Aus ihm scheiden sich die Atome ab, die darum keine eigene Bewegung haben, sondern bewegt werden. So entstehen Formen und vergehen wieder. Besonders für die Erklärung der Lebenserscheinungen lautet das lösende Wort: die Form muß die Form gebären. Also die Bewegung allein tut es nicht, und auch nicht die Ruhe —; und nicht die Form für sich hat Erklärungswert, sondern die Form der Ruhe, welche die Bewegung formt, von der sie durch- und umflutet wird. — Wer sich für die weitere Ausführung dieser Gedanken interessiert, mag sie in der Broschüre selbst nachlesen.

Paul Gerber, Stargard.

Das Ampèresche elektrodynamische Elementarpotential. Von Franz Kerntler. Budapest, Lloyd-Gesellschaft, 1903. 17 S.

Der Verf. behauptet, es sei falsch, anzunehmen, dem Ampèreschen Gesetze entspreche kein Elementarpotential. Das elektrodynamische Potential von Helmholtz als Kombination des Neumannschen und des Weberschen Potentials habe diese Annahme verschuldet. Er zeigt, daß nur das Dreifache des Weberschen Potentials dem Neumannschen in Bezug auf die gegenseitige Wirkung geschlossener Leiter gleichwertig ist. Modifiziert man danach das Helmholtzsche Potential, so erhält man bei passender Wahl der Konstante einen mit dem Ampèreschen Gesetz korrespondierenden Ausdruck. Die Betrachtung, durch die Poincaré versucht hat, zu beweisen, daß es kein Ampèresches Potential gebe, läßt sich auf alle elektrodynamischen Elementargesetze anwenden. Der Verf. hält es für ungerechtfertigt, zu fordern, daß die Arbeit, die man aufzuwenden habe, um einen durch einen anderen verschobenen Leiter in die ursprüngliche Lage zurückzubringen, auch dann gleich der sei, die der verschiebende Leiter verrichte, wenn man die Leiter begrenzt und ungeschlossen annehme. Dies kann man zugeben, doch wird dadurch überhaupt die Frage nach einem elektrodynamischen Elementarpotential hinfällig.

Paul Gerber, Stargard.

Über die Entstehungsweise des Blitzes. Von Dr. B. Walter. Mit 5 Tafeln. Aus dem Jahrbuch der Hamburgischen wissenschaftlichen Anstalten. XX. Hamburg 1903, Lucas Gräfe & Sillem. 37 S.

Der Verf. hat große Induktionsfunken auf schnell bewegten Platten photographiert, auf denen sich die in der Entladung zeitlich auf einander folgenden Phasen räumlich neben einander fixierten. Daraus ergibt sich, daß der Funke nicht mit einem einzigen Schläge fertig ist, sondern daß ihm sein Weg erst durch mehrere stoßweise auf einander folgende und von Stoß zu Stoß immer länger werdende Vorentladungen gebahnt wird. Dabei gehen die Vorentladungen jedesmal zugleich vom positiven und negativen Pol aus; denn an beiden Enden ist ihre Anzahl dieselbe und betragen ihre Abstände, also die Zeitunterschiede zwischen ihnen und der Hauptentladung, gleich viel. Nur sind sie auf der positiven Seite erheblich länger und reicher verästelt als auf der negativen. Der Verf. hielt es von vorn herein für wahrscheinlich, daß die Blitze auf dieselbe Weise zustande kommen. Nach mehrfachem Probieren gelang es ihm, eine Kamera herzustellen, die sich vermöge eines Uhrwerks in $17\frac{1}{2}$ Sek. einmal um sich selbst drehen konnte. Er nahm damit während eines Gewitters in der Nähe von Hamburg am 30. Mai 1902 zwischen 9 und 10 Uhr abends eine Reihe von Blitzen auf. An allen bestätigte sich die gehegte Erwartung. Die Bilder zeigen trotz mancher Modifikationen, die durch Luftbewegungen, durch gelegentliche Verzweigung in die Wolken und nach der Erde und durch andere Nebenumstände bedingt sind, dieselben allmählich vorrückenden Vorentladungen und dieselbe längere Erstreckung und reichere Büschelung auf der einen, der positiven Seite wie die Bilder der Induktionsfunken. Sie gewähren dadurch einen neuen, interessanten Einblick in die Entstehung der Blitze.

Paul Gerber, Stargard.

Entstehung und Entladung der Gewitter. Eine meteorologische Betrachtung von R. Klimpert. Bremerhaven, L. v. Vangerow, 1902. VIII u. 203 S.

Das Buch will mit den wichtigsten Tatsachen und Theorien über die Erscheinungen der atmosphärischen Elektrizität bekannt machen. Vor allem verbreitet es sich über die Mittel zur Bekämpfung der Gewitter. Die Gliederung des dargebotenen Stoffes ist nicht gerade glücklich; Allgemeines und Besonderes gehen durch einander, Zusammengehöriges wird aus einander gerissen. Auch ist einzelnes Veraltetes aufgenommen. Der Anspruch auf Vollständigkeit wird wegen Mangels an literarischen Hilfsmitteln ausdrücklich abgelehnt.

Wohl mit eine Hauptaufgabe des Buches ist es, dem von dem Verf. herrührenden Blitzkamm Anerkennung zu verschaffen. Er besteht aus einer dichten Reihe unter einander und mit der Erde leitend verbundener Spitzen, die über den ganzen First des Daches, die Schornsteine und alle Ecken, Kanten und Frontspitzen, Gipfel und Ränder hoch vorstehender Gebäudeteile verteilt werden. Der Verf. gedenkt auch ausführlich der nach ähnlichem Prinzip schon 1754 von Prokop Divisch in Brenditz bei Znaim konstruierten Wettermaschine. Daß sich durch eine größere Zahl von Metallspitzen ein

Ausgleich der elektrischen Ladungen herbeiführen läßt, ist nicht zu bezweifeln. Ob aber dadurch, wie angenommen wird, Gewitter- und Hagelbildungen verhütet oder auch nur in merklichem Maße vermindert werden können, bleibt doch fraglich.

Paul Gerber, Stargard.

Mathematische Geographie. Leitfaden für den Unterricht in der Obertertia der Mittelschulen von E. Weighardt. Zweite verbesserte und vermehrte Auflage. Bühl, Aktiengesellschaft Konkordia, 1902. 45 S.

Da das vorliegende Heft, obgleich es nicht zu den amtlich eingeführten Lehrbüchern gehört, nach sechs Jahren eine zweite Auflage erlebt hat, ist wohl anzunehmen, daß es vielfach benutzt worden ist. Die Auswahl und Behandlung des Stoffes ist in der Tat für die Altersstufe, für die es bestimmt ist, angemessen. Es kann Lehrern wie Schülern empfohlen werden.

Paul Gerber, Stargard.

Untersuchungen über die radioaktiven Substanzen. Von Mme. Curie. Übersetzt und mit Literatur-Ergänzungen versehen von W. Kaufmann. [„Die Wissenschaft“, Sammlung naturwissenschaftlicher und mathematischer Monographien, Heft 1.] Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1904. 132 S. M 3, geb. M 3,80.

Es gewährt stets großes Interesse, wenn hervorragende Mitarbeiter am Gebäude einer Wissenschaft eine Zeitlang ihre Forschungstätigkeit verlassen, um die Resultate der von ihnen bearbeiteten Wissenszweige weiteren Kreisen zugänglich zu machen. In Frankreich und England ist das von jeher mehr üblich gewesen als in Deutschland, wo die Zusammenfassung wissenschaftlicher Ergebnisse meist von anderen Personen vorgenommen wird. Und doch wären die aktiven Forscher selbst eigentlich am meisten dazu berufen, da niemand so wie sie alle Einzelheiten ihres Wissensgebiets beherrscht. Von diesem Gesichtspunkte aus ist die Schrift der Frau Curie besonders zu begrüßen; steht ihr Name doch neben dem ihres Gatten an der Spitze aller Untersuchungen über radioaktive Substanzen, deren stoffliche Eigenart erst durch die von ihnen gemachte Entdeckung des Radiums und Poloniums festgestellt wurde.

Die Verfasserin bespricht am Anfang die radioaktiven Mineralien Uran und Thor, an denen man zuerst die nach dem Entdecker Becquerel benannten Strahlen bemerkte. Sodann werden die neuen radioaktiven Substanzen, Polonium, Radium, Aktinium, ihre Darstellung und ihre Verbindungen beschrieben. Das umfangreichste dritte Kapitel handelt von den Strahlen selbst, den Untersuchungsmethoden derselben, der Einwirkung des Magnetfeldes, ihrer elektrischen, chemischen, Licht- und Wärmewirkung. Dann folgt eine Besprechung der induzierten Radioaktivität einschließlich der Emanation, zum Schluß eine Betrachtung über Natur und Ursache der Erscheinungen der Radioaktivität. Die im Texte bereits sehr reichhaltig angegebene Literatur ist von dem Übersetzer durch eine literarische Ergänzung am Schlusse, die auch die neuesten Arbeiten enthält, in dankenswerter Weise erweitert worden.

Schk.

Die Kathodenstrahlen. Von G. C. Schmidt, a. o. Professor der Physik an der Universität Erlangen. Mit 50 eingedruckten Abbildungen. [„Die Wissenschaft“, Sammlung naturwissenschaftlicher und mathematischer Monographien, Heft 2.] Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1904. 120 S. M 3, geb. M 3,60.

Das Buch ist eine Erweiterung eines Aufsatzes über das „Elektron“, den der Verf. vor 2 Jahren in der Chemischen Zeitschrift veröffentlicht hat. Da man heute nicht nur die elektrischen und optischen Erscheinungen auf das Elektron zurückführt, sondern auch chemische und physiologische Wirkungen desselben kennt, so glaubte der Verf. mit einer allgemein verständlichen Darstellung eines wichtigen Gebietes der Elektronenlehre dem Bedürfnis weiter Kreise entgegenzukommen. Ein solches Gebiet ist aber die Lehre von den Kathodenstrahlen, die jetzt allgemein als negativ geladene Elektronen angesehen werden, nachdem die Wellentheorie sich hier als mit den Beobachtungen nicht vereinbar erwiesen hat. Der Verf. geht in seiner Schrift von den neueren Ansichten über das Wesen des Lichts und der Elektrizität aus und beschreibt die Erzeugung der Kathodenstrahlen in der Entladungsröhre, sowie die von erwärmten Elektrolyten, glühenden Drähten und radioaktiven Körpern ausgehenden und die durch ultraviolettes Licht erzeugten Kathodenstrahlen. Er schildert dann die Ladung der Kathodenstrahlen, ihre Eigenschaften im elektrischen und magnetischen Felde, ihre Geschwindigkeit und Energie, die Messungen von m und e , die Fluoreszenzerregung und chemische Wirkung, Reflexion, Absorption und Spektrum. In einem besonderen Abschnitt werden auch die elektrisch positiven Kanalstrahlen behandelt. Aus den von dem Verf. entwickelten Eigenschaften der Kathodenstrahlen ergibt sich dann der Begriff des Elektrons als eines elektrischen Atoms, das imstande ist, sich mit den Körperatomen zu verbinden und von ihnen zu lösen. In einigen historischen Abschnitten sind auch die älteren Anschauungen über Kathodenstrahlen, sowie andere

angrenzende Gebiete aus der Elektrooptik, wie z. B. das Zernsche Phänomen, entwickelt. Das Buch bildet eine vortreffliche Ergänzung zu der Curieschen Abhandlung über die radioaktiven Substanzen.

Schk.

Telegraphie ohne Draht, Röntgenstrahlen, Teslalicht. Eine Einführung in die neueren elektrophysikalischen Forschungen und deren praktische Ausgestaltung. Von Heinz Bauer. Berlin, Carl Duncker, 1903. 234 S., 38 Fig. Geh. M 4.

Das vorliegende Buch ist für einen sehr großen Leserkreis bestimmt, für Ingenieure, Lehrer, Studierende, und sich für den Gegenstand interessierende Laien, und soll den drei erstgenannten Kategorien die Grundlagen zu Spezialstudien über die behandelten Gegenstände bieten. Den Inhalt bilden Ausführungen über: den elektrischen Zustand, die Influenzmaschine, die Leydener Flasche, das Induktorium, oszillierende Entladungen, elektrische Wellen, Wesen der elektrischen Wellen, Telegraphie ohne Draht, Geißleröhren, Kathodenstrahlen, Röntgenstrahlen, Becquerelstrahlen, Entwicklung der Röntgenstrahlentechnik, Teslaströme und Teslalicht. Was nun die Darstellung anbelangt, so will es dem Ref. scheinen, als ob der Verfasser mit der physikalischen Seite der in Betracht kommenden Fragen doch nicht ganz so vertraut wäre, als für den oben angegebenen Zweck des Buches unbedingt notwendig ist. So lassen sich eine ganze Anzahl von Unrichtigkeiten finden, von denen einige besonders bedenkliche hier angeführt sein mögen. Zunächst mutet die Erklärung des elektrischen Zustandes nach der Franklin-Äpinusschen Fluidumtheorie doch in einem neuen Werk etwas sonderbar an. S. 10 ist der Induktionsstrom (Sekundärstrom des Induktoriums) als „konstanter, sogen. Wechselstrom“ bezeichnet, S. 12 oben die Polkugeln einer Funkenstrecke als „Kugelkondensatoren“, und S. 15 ist in der Anmerkung von „angesammelter Stromstärke“ die Rede. Nach S. 121 sollen elektrische Schwingungen von 100 000 000 in der Sekunde mittels rotierenden Spiegels nachgewiesen sein, S. 22 wird akustische Resonanz als eine „durch die Schallwellen der Töne hervorgerufene Eigenschaft“ bezeichnet, S. 24 heißt es „Wellenbäuche schwingen“ und dergl. mehr. Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß das von Hertz benutzte ein Hartpech-, kein Hartgummiprisma war. Alles in allem genommen dürfte es für den eingangs erwähnten Zweck: die Grundlagen zum Spezialstudium der behandelten Gegenstände sich anzueignen, ratsam sein, sich lieber Spezialschriften anzuschaffen, wie sie in für den in Frage kommenden Leserkreis geeigneter Form auch zur Zeit schon vorliegen.

W. Biegol von Czudnochowski.

Die elektrische Telegraphie. Von Dr. Ludwig Rollstab. Leipzig, Sammlung Göschen, Band 172, 1903. 122 S., 19 Fig. Geb. M 0,80.

Das kleine Werkchen von demselben Verf., wie das unlängst in dieser Zeitschrift (XVI 249, 1903) besprochene Bändchen über das „Fernsprechwesen“, enthält, wie dieses, trotz des sehr beschränkten Umfangs eine außerordentlich geschickte Darstellung des ja so umfangreichen Gegenstandes. Im ersten Abschnitt (§ 1 – § 7) wird der Verf. besonders dem Historischen gerecht, indem er zunächst die ältesten Methoden behandelt (telegraphisch fernwirkende Kräfte), dann die verschiedenen älteren Verfahren elektrischer Telegraphie (§ 2); dann folgt das Allgemeine: Geber und Empfänger, telegraphische Zeichen, Leitungen, Messungen, Schaltungslehre. Im zweiten Abschnitt werden die verschiedenen wichtigeren Betriebe bis zur Telegraphie ohne Draht besprochen, wobei in äußerst geschickter Weise in steter Betonung des Grundsätzlichen eine recht vollständige und leicht verständliche Systematik der elektrischen Telegraphie in ihren verschiedensten Modifikationen gegeben ist. So kann mit Fug und Recht die Darstellung als das ganze Gebiet umfassend bezeichnet und das Büchelchen allseitig warm empfohlen werden.

W. Biegol von Czudnochowski.

Grundrifs der Experimentalphysik und Elemente der Chemie sowie der Astronomie und mathematischen Geographie. Von E. Jochmann. Herausgegeben von O. Hermes und P. Spies. Mit 457 Figuren, 1 Spektraltafel, 1 Dreifarbendrucktafel, 4 meteorologischen Tafeln und 2 Sternkarten. 15. vollständig neu bearbeitete Auflage. Berlin, Winkelmann und Söhne, 1903. 524 S.

Elementarphysik unter Zugrundelegung des Grundrisses der Experimentalphysik von E. Jochmann. Für den Anfangsunterricht an höheren Lehranstalten herausgegeben von O. Hermes und P. Spies. Mit 266 Figuren und 1 Spektraltafel. 3. neu bearbeitete Auflage. Berlin, Winkelmann und Söhne, 1903. 246 S.

Die neue Auflage des vielfach eingeführten Grundrisses hat unter den Händen des zweiten der beiden Herausgeber, der schon bei der vorigen Auflage eine durchgreifende Neubearbeitung vornahm, noch weitere erhebliche Umgestaltungen erfahren, die sich auf fast alle Abschnitte des Buches erstrecken. In der Mechanik sind manche veraltete Partien ausgeschieden und dafür besonders im Hinblick auf den Energiesatz wichtige, wennschon nicht umfangreiche Ergänzungen eingefügt worden.

Das heikle Kapitel der Zentrifugalkraft ist korrekt behandelt, aber das neu hinzugefügte Beispiel vom Radfahrer auf einer Kurve bedarf noch einer Erläuterung (die in der kürzeren Elementarphysik S. 36 auch angedeutet ist); denn die hier unter dem Namen Fliehkraft in Rechnung gestellte fingierte Kraft, die im Schwerpunkt des Radfahrers angreift, ist nicht identisch mit der vorher definierten, nicht am bewegten Körper selbst angreifenden Zentrifugalkraft. — Die Wärmelehre hat an Übersichtlichkeit erheblich gewonnen dadurch, daß hinter dem „Wärmezustand“ (nach Machs Vorgang) sogleich die „Wärmemenge“ behandelt ist. Eine „ziemlich eingehende“ Darstellung des zweiten Hauptsatzes der Wärmetheorie ist ein interessanter Versuch, diesen schwierigen Gegenstand schulgerecht zu behandeln. Auch dieser Versuch aber, so große Sorgfalt auch darauf verwendet ist, zeigt, daß der Gegenstand in einigen Teilen doch über das Niveau der Schule hinausgeht; obwohl schon Maxwell die Entropie als eine „der Temperatur analoge Zustandscharakteristik“ bezeichnet hat, ist doch bis heut die Aufgabe ungelöst, dem Begriff, abgesehen von seiner Definition als mathematische Funktion, eine anschauliche Bedeutung unterzulegen, wie dies beim Potentialbegriff möglich ist. Man wird sich daher für die Schule mit dem Verständnis des Carnotschen Satzes begnügen müssen. — In der Elektrostatik ist durch Zerlegung in drei Abschnitte „elektrische Ladung, Messungen, Entladung“ ebenfalls eine sehr übersichtliche Anordnung erzielt worden. Potential ist als Zustandsgrad definiert und von Ladungsarbeit unterschieden; völlig streng ist auch die Darlegung, daß das Potential zwar durch eine Arbeit gemessen wird, aber nicht mit Arbeit identisch ist. Das mechanische und das magnetische Potential sind mit Recht außer Betracht gelassen, da sie nicht annähernd dieselbe Rolle spielen wie das elektrische Potential. — Im Galvanismus ist die Anordnung im wesentlichen unverändert geblieben, im einzelnen ist überall die Einwirkung des mit den technischen Anwendungen wohlvertrauten Herausgebers zu bemerken. — Die Zahl der Figuren ist um 50 gewachsen, die Brauchbarkeit des Buches demnach auch in dieser Hinsicht erhöht. Hervorgehoben sei noch die vorzüglich ausgeführte Spektraltafel, die überdies mit einer sehr willkommenen Wellenlängenskala versehen ist. —

Die neue Auflage der „Elementarphysik“ ist wie die beiden früheren ein Auszug aus dem Grundriß und nimmt an den Verbesserungen des letzteren teil. Mehr als früher der elementaren Stufe angepaßt ist namentlich die Mechanik, insbesondere die Behandlung der einfachen Maschinen. Als Instufe im Sinne der letzten preußischen Lehrpläne kann das Buch nicht bezeichnet werden, wohl aber als ein brauchbarer Leitfaden für Schulen, die sich mit einem abgekürzten physikalischen Kursus begnügen müssen. P.

Albert Trappes Schulphysik. 15. Auflage, neu bearbeitet auf Grund der preußischen Lehrpläne von 1901 von Dr. Th. Maschke. Mit einem Anhang: Die einfachsten chemischen Erscheinungen mit Berücksichtigung der Mineralogie von Prof. Dr. J. Schiff. Mit vielen Abbildungen. 412 und 84 S. Breslau, Ferd. Hirt, 1903. Geb. M 4,50.

Das altbewährte Lehrbuch hat in der vorliegenden 15. Auflage eine gründliche, sich auf alle Abschnitte erstreckende Umarbeitung erfahren, die in vielen wesentlichen Dingen dem heutigen Stand der Methodik entspricht. So ist das Kapitel der allgemeinen Eigenschaften aus der Einleitung verschwunden, und die Bewegungslehre ist, völlig von der Dynamik getrennt, dieser vorangestellt worden. Dabei sind allerdings auch unnötigerweise die Fallversuche aus der Bewegungslehre in die Dynamik verlegt worden, was dem Ref. nicht ratsam scheint, da sich die mathematische Untersuchung der beschleunigten Bewegung sicher am leichtesten an das konkrete Beispiel der Fallbewegung anknüpfen läßt. Der Verfasser ist dadurch u. a. auch genötigt, die Wurfbewegung als Resultat der Zusammensetzung zweier völlig fingierter Bewegungen, also als ein rein mathematisches Problem zu behandeln. Überhaupt tritt eine gewisse Neigung zu allzu abstrakter Behandlung des Stoffes mehrfach hervor, so bei der Einführung des Massebegriffs (§ 17), bei der Herleitung der gleichförmigen Kreisbewegung aus der Parabelbewegung (§ 9) u. a. m. Bei den einfachen Maschinen ist die traditionelle Behandlungsart noch nicht verlassen, daher auch die Schwierigkeit des Übergangs zum Satz von der Erhaltung der Arbeit noch nicht ganz überwunden. Besondere Bemühung hat der Verfasser auf die Zentralbewegung verwendet und Fehler vermieden, denen man sonst nicht selten begegnet. Aber die reinliche Verteilung der Rollen von Aktion und Reaktion in dem zusammengehörigen Begriffspaar der Zentripetal- und Zentrifugalkraft ist nicht durchweg geglückt und der an sich korrekte Begriff einer fingierten Schwungkraft, der erst beim Ansetzen der Bewegungsgleichungen nötig wird, dürfte für Schüler unverständlich bleiben. Daß die Kreiselbewegungen und die allgemeine Theorie des Foucaultschen Pendels weggelassen sind, ist zu billigen, ihnen wäre noch anderes, was aus der mathematischen Periode des Physikunterrichts stammt, wie die elementare Ableitung von $c = \sqrt{e/d}$ anzuschließen.

Völlig neu bearbeitet sind auch die Kapitel Magnetismus und Elektrizität. Hier ist u. a. der Zusammenhang zwischen Potential- und Zustandsgrad gut dargestellt, die eingehende Erörterung von Stromstärke und Widerstand dem Ohmschen Gesetz vorangeschickt und das letztere auch für beliebige Leiterstücke nachgewiesen. Die Einteilung des ganzen Abschnittes ist sehr klar und übersichtlich, die Auswahl des Stoffes zweckentsprechend; auf Einzelheiten soll hier nicht weiter eingegangen werden. —

Der chemische Anhang gehört mit zu dem Besten, was wir an kurzgefaßten methodischen Anleitungen für die Unterstufe besitzen; dieser Vorzug ist, neben einer geschickten Anordnung des Stoffes, besonders darauf zurückzuführen, daß der Verfasser sich in wichtigen Abschnitten vielfach an die methodischen Arbeiten Ohmanns (d. Zeitschr. X 169; XI 226, 261; XIV 1), wie auch an dessen Leitfaden der Chemie und Mineralogie angeschlossen hat. Auf die Behandlung der Schwermetalle und ihrer Sulfide folgt das Verhalten der Metalle und des Phosphors an der Luft, die Untersuchung der atmosphärischen Luft und des Wassers, dann einiges über die Atomtheorie, dann Kohlenstoff und Silicium, Salzsäure und Chlor, Verbindungen des Wasserstoffs, Reduktionsvorgänge, ternäre Verbindungen, Salze. Eingeschoben ist noch ein Abschnitt über die Volumverhältnisse der Gase und die Valenz. Damit ist auch der Umfang dessen bezeichnet, was auf der Unterstufe des Gymnasiums in der karg bemessenen Zeit durchgenommen werden kann. Einige der theoretischen Betrachtungen dürften schon die Fassungskraft der Schüler übersteigen. Auch das „ideale Einheitselement“, das der Verfasser auf S. 37 einführt, um das Atomgewicht 16 für Sauerstoff zu rechtfertigen, ist zwar ein hübscher Kunstgriff, aber doch eher geeignet, den Anfänger zu verwirren, als seine Vorstellungen zu klären. Die „sogenannte“ Elektrolyse des Wassers, immer eine wunde Stelle in den Elementen der Chemie, könnte wohl völlig fallen gelassen und der Elektrizitätslehre überlassen werden, da die Zusammensetzung des Wassers sich durch die heutige Methodik auch ohne Heranziehung eines so zweifelhaften Hilfsmittels völlig klarlegen läßt.

P.

Lehrbuch der Physik. Zum besonderen Gebrauche für Technische Lehranstalten sowie zum Selbststudium. Bearbeitet von Johann Kleiber, Reallehrer an der städt. Handelsschule in München, und Dr. B. Karsten, Oberlehrer am Technikum der freien Hansestadt Bremen. Mit zahlreichen Figuren, durchgerechneten Musterbeispielen und Übungsaufgaben samt Lösungen. 2. Auflage. München u. Berlin, R. Oldenbourg, 1903. VIII u. 360 S. M 4,00.

Das Buch hat eine so freundliche Aufnahme gefunden, daß jetzt schon eine zweite Auflage erforderlich war. Sie erschien bereits vor der Besprechung des Buches in dieser Zeitschr. (17, 52; 1904). Einige dort erwähnte Schönheitsfehler haben die Verfasser selbst entdeckt und beseitigt. Auch sonst findet man überall glückliche Verbesserungen und Ergänzungen, sodaß man das Buch in noch höherem Maße wie zuvor empfehlen muß.

H.-M.

Laerebog i Fysik af H. O. G. Ellinger. Med en Samling af 120 fysiske Opgaver og et Tillaeg angaaende Brugen af Metersystemet. Sjette Udgave. Kjöbenhavn, Gyldendalske Boghandels Forlag 1902. 318 S.

Das Buch ist eine etwas erweiterte Ausgabe des in d. Ztschr. IX 108 angezeigten Werkes. Hinzugekommen sind namentlich die Abschnitte über Röntgenstrahlen und Funkentelegraphie. Bei Besprechung der elektrischen Wellen haben wir die Erwähnung von Hertz vermißt. Die 100 Aufgaben der früheren Auflage sind um 20 vermehrt worden. Die Maße des Textes sind noch immer die alten: Fuß, Pfund . . . ; in einem besonderen Abschnitt ist ihre Übertragung in Meter, Kilogramm . . . erläutert. — Das Buch ist als Leitfaden für den Elementarunterricht in der Physik wohlgeeignet.

Schk.

Physikalisches Spielbuch für die Jugend. Zugleich eine leichtfaßliche Anleitung zu selbständigem Experimentieren und fröhlichem Nachdenken. Von Dr. B. Donath. Mit 156 eingedruckten Abbildungen. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn, 1902. XVI u. 547 S. Preis elegant gebunden in Leinwand M 6.

Prof. E. Wiedemann verdankt W. F. A. Zimmermanns *Physikalischen Kunststücken* viel und hat dieses Buch von seinem Vater, der seine ersten physikalischen Versuche darnach angestellt hat, übernommen. Die von ihm angeregte Neubearbeitung war nicht ausführbar und daher eine völlig freie Neuschaffung erforderlich, die mit dem alten Werke nur das fruchtbare und einwandfreie Bestreben gemein hat, unter der Form leichter Beschäftigung und amüsanten Spieles zu unterhalten und zu belehren. DONATH ist ein hervorragender Experimentator, der gewohnt ist, mit den bedeutenden Mitteln der Urania glänzende Experimente großen Stils auszuführen. Es ist wohl nicht Zufall, daß er, wie vor ihm Faraday und Tyndall, die unter ähnlichen Verhältnissen an der Royal Institution gewirkt haben, mit soviel Liebe und Geschick Versuche mit den einfachsten Hilfsmitteln zusammengestellt hat. Dies neue Buch ist allen ähnlichen älteren deutschen Werken weit überlegen.

Überall merkt man den sachkundigen und erfahrenen Experimentator, und in technischer Hinsicht kann selbst jeder Physiklehrer sehr viel daraus lernen. Für die Jugend ist das anspruchslose, aber glänzend ausgestattete Buch, das sehr frisch, wenn auch an einigen Stellen etwas zu breit geschrieben ist, auf das wärmste zu empfehlen, und sie ist dafür, wie ich aus Erfahrung weiß, sehr dankbar; denn sie arbeitet mit Freude und Gewinn darnach, wenn ihr auch leider unsere Schulverhältnisse zu wenig Zeit dafür freilassen.

H.-M.

Die Theorie der Kolloide. Übersicht über die Forschungen, betreffend die Natur des Kolloidzustandes. Von Arthur Müller. Leipzig und Wien, Franz Deuticke, 1903. 56 S. M 2,00.

Unter eingehender Berücksichtigung der älteren und neueren einschlägigen Literatur sowie der neuesten Forschungsergebnisse stellt der Verfasser in dieser interessanten Schrift alle Tatsachen zusammen, die für die theoretische Erklärung der Eigentümlichkeiten des Kolloidalzustandes von Bedeutung gewesen sind. In drei Abschnitten werden die Lösungs-, die Suspensions- und die Adsorptionstheorie behandelt. Die mit großer Sorgfalt verfaßte Arbeit vermag einen vortrefflichen Überblick über dieses neuerdings wieder von den verschiedensten Seiten aus bearbeitete Gebiet zu geben.

Böttger.

Synthesen in der Purin- und Zuckergruppe. Von Emil Fischer. Vortrag, gehalten am 12. Dezember 1902 von der schwedischen Akademie der Wissenschaften zu Stockholm. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn, 1903. 29 S. M 0,80.

Der Vortrag, der vor einer aus Damen und Herren bestehenden Zuhörerschaft gehalten wurde, gibt in kurzer und, soweit als möglich, populärer Form einen Überblick über die Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschung in den beiden Gebieten, in denen der Vortragende mit so großem Erfolg tätig gewesen ist. Er wird allen den Fachgenossen hochwillkommen sein, die sich in kurzer Zeit und ohne eingehendere Studien über Konstitution und Synthese der Zuckerarten und der Derivate des Purins unterrichten wollen.

Böttger.

Die Schule der Chemie. Erste Einführung in die Chemie für jedermann von W. Ostwald, o. Professor der Chemie an der Universität Leipzig. I. Teil: Allgemeines. Mit 46 in den Text eingedruckten Abbildungen. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1903. VII u. 186 S. Geh. M 4,80.

Im Laufe einer langen Lehr- und Forschertätigkeit ist Herr Ostwald zu der Überzeugung gelangt, daß als Grundlage „jeder wirklichen chemischen Bildung und damit als die Grundlage des chemischen Unterrichts von seinen ersten Anfängen an“ die allgemeine und physikalische Chemie dienen müsse, da „diese sich mit Fragen befaßt, welche in gleicher Weise für die organische wie die anorganische, für die reine wie die angewandte Chemie grundlegend sind“. Seinen mustergültigen, teils für Forscher, teils für Studierende bestimmten großen Lehrbüchern hat er daher jetzt eine „Schule der Chemie“ folgen lassen, die auch auf der ersten Stufe den Unterricht in diesem Sinne durchführen soll. Jedoch hat der Verfasser nicht eigentlich für die Zwecke unserer höheren Lehranstalten geschrieben; dies geht schon daraus hervor, daß ihm als Vorbild Stöckhardts ehemals so verbreitete „Schule der Chemie“ vorgeschwebt hat, die ja bekanntlich für den Selbstunterricht bestimmt war und die auch ihn selbst — wie er mit warmer Dankbarkeit hervorhebt — einst in die Wissenschaft eingeführt hat.

Von der Bestimmung abgesehen, hat der „moderne Stöckhardt“ mit dem alten wenig gemeinsame Züge. Nicht nur durch die Richtung, auch durch die Form weicht er von ihm ab; an Stelle fortlaufender Belehrung sind Zwiegespräche zwischen Lehrer und Schüler getreten. Den Forderungen dieser Darstellungsart wird der Verfasser, dessen sprachliche Meisterschaft ja anerkannt ist, in hohem Maße gerecht; vor allem sind die Fragen und Bemerkungen des Schülers meist von erfreulicher Frische und Natürlichkeit. Nur an wenigen Stellen — insbesondere wenn der allgemeine Begriff der Substanz berührt wird — spricht statt des wirklichen ein konstruierter Anfänger, so gleich im Anfang (S. 5), wo der Schüler erfahren möchte, was „allen Eigenschaften zu Grunde liegt“, und es bedauert, daß, wenn er auch „alle Eigenschaften eines Stoffes kenne“, er damit doch nicht „in sein inneres Wesen“ eingedrungen sei. Im allgemeinen liegen derartige spekulative Bedürfnisse der Jugend fern.

Bei Beurteilung des Inhalts wird man sich gegenwärtig halten müssen, daß das Bändchen zur Einführung in die allgemeine und physikalische Chemie bestimmt und überdies nur der erste Teil des beabsichtigten Werkes ist, dem ein zweiter systematischer bald folgen soll. Die im engeren Sinne chemischen Vorgänge, d. h. die Zerlegungen von Verbindungen in ihre Bestandteile und die umgekehrten Prozesse, spielen daher nur eine Rolle zweiten Ranges; auch ist die Zahl der eingehend

behandelten Elemente recht klein. Die für den Anfänger so lehrreichen Additionen der Schwermetalle mit Schwefel, bei denen der Vorteil in der Anknüpfung an die alltägliche Erfahrung wie in dem nicht fremdartig anmutenden festen Zustand der angewandten und erhaltenen Stoffe liegt, fehlen gänzlich. Ziemlich ausführlich sind dagegen die Verbrennungsercheinungen behandelt. Als Ausgangspunkt dienen hierfür die Beobachtungen an der Kerze. Leider nötigen diese bei ihrer Schwerverständlichkeit den Lehrer, mehrfach rein darbietend zu verfahren. Natürlich erklärt sich der Schüler, der mit den gasförmigen Verbrennungsprodukten nichts anzufangen weiß, dem der Name Kohlendioxyd höchst „komisch“ erscheint und den das als deus ex machina herbeigeholte Kalkwasser nichts lehren kann, für unbefriedigt; schließlich spricht sich der Lehrer mit den Worten „wir wollen einmal erst einen einfacheren Fall untersuchen“ selbst das Urteil und geht hierauf zur Verbrennung des Eisens über. Die nun einsetzende Untersuchung der Luft ist ebenfalls nicht frei von Mängeln. So wird beispielsweise bei der Verbrennung des Eisens im abgeschlossenen Raume ein umgekehrtes, durch Wasser abgeschlossenes, großes Becherglas benützt — wohl wegen der Analogie mit dem früher an der Kerze angestellten Versuche. Dadurch wird aber, was die Anwendung einer tubulierten Glasglocke gestattet hätte, unmöglich, nämlich die wirkliche Entdeckung des Stickstoffs; der Lehrer muß sich daher statt an das Beobachtungsvermögen von neuem an das Gedächtnis des Schülers wenden und ihm einfach erzählen, die Luft enthalte Stickstoff und Sauerstoff, und zwar — wofür gar kein Grund genannt wird — als ein Gemenge. Auch die sich sofort anschließende Darstellung des Sauerstoffs aus Kaliumchlorat ist unpädagogisch; wegen der Anknüpfung an das „verbrannte Eisen“ wäre zunächst das Quecksilberoxyd am Platze gewesen. Kurz, der Herr Verfasser hat in diesem bedeutsamen Abschnitte die methodische Arbeit, die von Rudolf Arendt begonnen und vor allem in dieser Zeitschrift fortgesetzt und vertieft worden ist, außer acht gelassen und an die Stelle des entwickelnden Unterrichts wieder das alte dogmatische Verfahren gesetzt. — In viel höherem Maße befriedigen die auf zahlreichen und sorgfältigen, vor allem auch messenden Versuchen aufgebauten Unterweisungen aus dem Gebiete der allgemeinen Chemie. Sehr eingehende Betrachtungen, auch nach der thermischen Seite hin, werden beispielsweise über die Änderungen der Aggregatzustände angestellt, indem diese Erscheinungen ausdrücklich für die Chemie in Anspruch genommen werden. Nicht minderes Lob verdienen die gründlichen und klaren Untersuchungen über die Raumänderungen der Gase bei Veränderungen des Drucks und der Temperatur; hier kann der Schüler wirklich lernen, „wie man ein Naturgesetz findet“.

In theoretischer Hinsicht ist Herr Ostwald bekanntlich ein scharfer Gegner der mechanistischen Naturerklärung. Als Aufgabe der Wissenschaft betrachtet er einzig und allein den Nachweis gegenseitiger Abhängigkeitsbeziehungen meßbarer Größen, ohne Unterlegung irgendwelches hypothetischen Bildes. Diese Auffassung im Verein mit den naturphilosophischen Neigungen des Verfassers tritt auch in diesem Buche hervor und führt an vielen Stellen zu erkenntnistheoretischen Erörterungen, von denen zweifelhaft ist, ob sie in eine erste Schule der Chemie gehören. Nur weniges hierfür Charakteristische sei herausgegriffen. Jedesmal, wenn der Schüler die Ursache einer Erscheinung wissen will, wird er zurückgewiesen; nur womit sie in Zusammenhang steht, dürfe er fragen. Kein anderer Weg führe zur Wahrheit, als „die Tatsachen sammeln, aufschreiben und dann sie untereinander vergleichen, um zu finden, worin sie etwa übereinstimmen“. Wenn sich der Schüler von dieser Art der Betrachtung für unbefriedigt erklärt und sie eine „Beschreibung“ statt einer „Erklärung“ nennt, so erfährt er, daß man durch die Wissenschaft überhaupt mehr nicht erreichen könne. Daß bei einer solchen Auffassung die Atomtheorie nicht bestehen kann, ist selbstverständlich; sie wird daher nur an einer Stelle (S. 40 ff.) erwähnt und das Festhalten an ihr auf die Scheu vor Unbequemlichkeit zurückgeführt; selbst der Name Aggregatzustände, der ja an die Vorstellung der inneren Geteiltheit der Stoffe erinnert, erregt Anstoß und wird durch die unverfängliche Bezeichnung „Formarten“ ersetzt. Diese schroffe Bekämpfung der Atomtheorie wird bei erfahrenen Lehrern auf unterschiedenen Widerspruch stoßen; zum mindesten hätten ihr heuristischer Wert und die tatsächlichen Leistungen, die auf ihr sich aufgebaut haben, anerkannt werden dürfen. Auch die Erklärung der Tatsachen durch Gleichnisse und Bilder hat Herr Ostwald sonst zurückgewiesen. Erfreulicherweise ist er in diesem Buche hin und wieder von diesem Grundsätze abgegangen. So erläutert er einen einfachen, oft übersehenen Fall des Massenwirkungsgesetzes, nämlich die Umkehrbarkeit der Reaktion zwischen Wasserdampf und Eisen, in folgender sehr anschaulichen Weise (S. 107): ein Mensch kann „zwar ziemlich viel Wasser forttragen“, wenn aber „viel mehr Wasser kommt, so kann es den Menschen forttragen“. — Nicht ganz befriedigend ist die Behandlung der gerade für den energetischen Standpunkt so wichtigen Grundbegriffe Arbeit, Kraft und Energie. Die beiden ersteren werden — entgegen der großen Sorgfalt, mit der sonst selbst die einfachsten Dinge erklärt werden — einfach vorausgesetzt; die Energie wird allerdings definiert, sie ist „das, wodurch die Dinge sich ändern“

oder, wie es an anderer Stelle heißt, „alles, was man aus Arbeit erhalten und in Arbeit verwandeln kann“; ob aber der Schüler hierdurch zur Klarheit über diesen Begriff gelangen wird, erscheint zweifelhaft.

Dies dürfte zur Kennzeichnung der Eigenart dieser neuen „Schule der Chemie“ genügen. Sicherlich wird sie sich rasch — auch über Deutschland hinaus — einen angesehenen Platz in der für den Selbstunterricht bestimmten Literatur erwerben. Für unsere Fachgenossen, die die Auffassung und Ziele des Herrn Verfassers kennen lernen wollen, dürften indessen seine „Grundlinien der anorganischen Chemie“ (vgl. d. Ztschr. XIV 114) empfehlenswerter sein als dieses Werk. Jedoch werden sie auch hier vielerlei wertvolles Material für ihre Zwecke finden und überdies aus ihm mit Interesse entnehmen, wie einer unserer führenden Forscher die Vorbildung des heranwachsenden Geschlechts sich vorstellt.

J. Schiff.

Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse. Von Prof. Dr. H. Hlasiwetz. XIII. Aufl., durchgesehen und ergänzt von Prof. Dr. G. Vortmann. Leipzig u. Wien, F. Deuticke, 1904. 51 S. M 1.

Das Buch ist für den Gebrauch bei den praktischen Übungen im Laboratorium bestimmt und zeigt die übliche Stoffanordnung in fortlaufendem Text. Dies hat für gewisse eingehendere Auseinandersetzungen seine Vorteile, während man anderseits der Stoffanordnung in Tabellenform — wie sie z. B. in den Treadwell-Meyerschen Tabellen vorliegt — gerade für den praktischen Gebrauch eine größere Übersichtlichkeit einräumen muß. Die vorliegende, aus dem Gebrauch an der Technischen Hochschule in Wien hervorgegangene Anleitung zeichnet sich durch Knappheit und klare Fassung aus. O.

Das Studium der Chemie. Von Alfred Loepper. Wien, Pest, Leipzig, A. Hartleben, 1903. Chemisch-techn. Bibl. Bd. 262. 70 S. M 1,50.

Das Büchlein gibt als Einleitung kurze Lebensbilder der bedeutendsten Chemiker der Neuzeit und behandelt dann den Studienplan und die ganze Ausbildung der Berufschemiker, desgleichen die Prüfungsvorschriften für die Nahrungsmittel- und Handels-Chemiker sowie das allgemeine Chemikerexamen. Besonders berücksichtigt ist das Studium der Chemie in Österreich und der Schweiz. Das Büchlein enthält viele tatsächliche Angaben und gibt manche praktische Winke. O.

Programm-Abhandlungen.

Die Lehre vom Magnetismus auf Grundlage der Kraftlinientheorie als Lehrgang für die Oberstufe. Von Oberlehrer Dr. Victor Berghoff. Städtische Oberrealschule zu Düsseldorf, 1902, Progr. Nr. 548.

Der Verfasser glaubt, daß über die Benutzung des Kraftlinienbegriffs im Unterricht keine Meinungsverschiedenheit unter den Fachgenossen herrscht, und daß die Ansichten nur in Bezug auf den Umfang, in dem dies geschehen soll, geteilt sind. Er hat die Lehre vom Magnetismus so dargestellt, wie man sie auf der Oberstufe durchnehmen kann. Der Umfang und die Anordnung ist im großen und ganzen zu billigen; doch scheinen einige Einzelheiten seiner Ausführungen noch verbesserungsfähig. Die ersten 11 Paragraphen stellen eine kurze Zusammenfassung des Lehrstoffs der Unterstufe dar. Mit der Abgrenzung des Lehrstoffs kann man im allgemeinen einverstanden sein; doch muß man wohl, wenn die Oberstufe den Magnetismus auf Grundlage der Kraftlinientheorie behandeln soll, das Coulombsche Gesetz und damit auch den Begriff der Polstärke auf der Unterstufe erledigen. In § 1 fehlt die Unterscheidung zwischen „magnetisch“ und „magnetisiert“. Auch ist dort „Magnetismus“ als ponderomotorische Kraft aufgefaßt; dann werden aber die Fassung des Grundgesetzes: „Gleichartige Magnetismen stoßen sich ab u. s. w.“ (§ 5) und die Begriffe „magnetische Kraft“ (§ 21), „magnetische Menge“ (§ 23) und „Kraft des Erdmagnetismus“ (§ 25) unklar. Der § 12, der das magnetische Feld behandelt und für die Oberstufe grundlegend ist, hätte an die Influenzerscheinungen (§ 10) schärfer anknüpfen müssen. Die Maxwellschen Bilder „Quellpunkt“ und „Sinkstelle“ sind nicht an das Kraftlinienbild eines wagerechten Stabmagnets, sondern an dessen Kraftlinienbild bei lotrechter Stellung anzuschließen. Die in § 19 gegebene Definition des Meridians als größten Kugelkreis, der entsteht, wenn man eine Ebene an irgend einem Orte der Erde durch die Kraftlinie legt, ist nicht einwandfrei. Aus dem Kraftlinienbild eines Stabmagnets darf man nicht schließen, daß die Stärke des Feldes mit der Dichte der Linien zusammenhängt (§ 21). Der Verfasser beschreibt um den Nordpol eines Magnets konzentrische Kugeln und leitet daraus ab, daß die magnetische Kraft im Quadrate der Entfernung abnimmt. Die Schüler aber haben durch die vorangegangene Bekanntschaft mit der Lehre von den Kraftlinien den alten Begriff des Poles verloren und sind außerdem bereits mit dem Begriff der Durchlässigkeit vertraut geworden, damit ist

für sie die Annahme eines radial gebauten Kraftfeldes in dem angegebenen Falle nicht mehr möglich. Der Einheitspol war vor dem Abschnitt über die Feldstärke zu behandeln. Die Grundgleichung des Feldes $f = m \mathcal{G}$, wo f die ponderomotorische Kraft bezeichnet, die auf einen Pol von der Stärke m in einem Felde von der Stärke \mathcal{G} ausgeübt wird, ist nicht ausreichend herausgearbeitet. Der in § 28 abgeleitete Satz gilt nur, wenn die Länge des Stabmagnets im Vergleich zu dem Abstände der schwingenden Nadel groß ist. Die in den letzten Paragraphen gegebene theoretische Behandlung einiger erdmagnetischer Messungen nach Gauß ist zwar für die Stellung von Rechenaufgaben erforderlich, gibt aber, da sie auf den alten Vorstellungen beruht, den neueren Betrachtungen weder Ziel noch Abschluß. Noch einige Bemerkungen zu den mitgeteilten Versuchen: Zur Selbsterstellung kleiner Dauermagnete eignen sich Uhrfedern besser als Stricknadeln. Will man Kraftlinienbilder mit horizontaler Projektion zeigen, so kittet man zweckmäßig solche kleinen Uhrfedermagnete auf die Unterseite von Glasplatten und färbt den Umriß auf dem Glase längs dem einen Polgebiet rot und längs dem anderen blau. Die Magnetisierung der Lage weist man am schönsten mit einem Weißblechstreifen (30 cm \times 2 cm) nach, gegen den man schwach mit dem Knöchel klopft. Die Coulombsche Drehwaage ist kein Demonstrationsapparat.

H.-M.

Versammlungen und Vereine.

Verein zur Förderung des physikalischen Unterrichts zu Berlin.

Sitzung am 27. April 1903. Herr REICHEL ging noch einmal auf das in den letzten Sitzungen besprochene Problem der Zentrifugalkraft ein und entwickelte die Bedingungen für die Bewegung eines Massenpunktes auf einem Kreise. Die Bewegung setzt sich in jedem Zeitelement zusammen aus einem radialen und einem tangentialen Antrieb; der Vortragende zeigte, daß es gleich ist, ob man die Richtung des letzteren senkrecht nimmt zu dem Radiusvektor für den Anfangs- oder den Endpunkt eines Zeitelements, indem bei der Integration der Punkt in jedem Falle dem Kreise unmeßbar nahe bleibt, auch die Summe der Antriebe sich von v^2/r unendlich wenig unterscheidet. — Herr HEYNE teilte das Programm der für das Sommersemester in Aussicht genommenen städtischen Veranstaltungen zur Förderung des naturwissenschaftlichen Unterrichts mit. Derselbe beschrieb die neue Einrichtung des Pollak-Viragh'schen Schnelltelegraphen, bei der die Worte nicht mehr in Morsezeichen, sondern in lateinischer Kursivschrift übertragen werden.

Sitzung am 18. Mai 1903. Herr Mechaniker HINTZE führte 2 Apparate zur Demonstration der Magnetinduktion vor (d. Ztschr. XVI 254). — Herr KINDEL sprach über Schulversuche mit flüssiger Luft. Er zeigte die Entnahme flüssiger Luft aus dem Vorratsgefäß mittels Siphons. Er zeigte u. a. durch Aufgießen der flüssigen Luft auf Wasser, daß das spezifische Gewicht der flüssigen Luft anfangs kleiner als 1 ist, aber nachdem der leichtere Stickstoff verdampft ist, größer wird, so daß die Flüssigkeit, die anfänglich auf dem Wasser schwimmt, später untersinkt. Der Druck des sich bildenden Gases wurde benutzt zum Wegschleudern eines Korks in einer Steingutflasche sowie zur Bestätigung des Mariotteschen Gesetzes im Piezometer. Der Vortragende zeigte die Eisbildung an einem flüssige Luft enthaltenden, über eine Flamme gebrachten Löffel, das Gefrieren von Quecksilber im glühenden Platintiegel, das Zäh- und Festwerden des Alkohols, das Erstarren der flüssigen Kohlensäure im geschlossenen Glasrohr. Gezeigt wurde ferner die Fraktionierung schwer kondensierbarer Gase: eine helle Leuchtgasflamme geht bei Abkühlung des Gases in eine kleine Wasserstoffflamme über, indem die schweren Kohlenwasserstoffe zuerst fest werden; beim Erwärmen werden sie wieder gasförmig und machen die Flamme wieder leuchtend. Der Vortragende zeigte ferner die Nichtentzündlichkeit des Alkohols und Phosphors bei der Temperatur der flüssigen Luft, die fehlende Reaktion zwischen Zink und Salzsäure sowie das nach den Mischungsverhältnissen verschiedene Abbrennen eines Gemenges von Kohlepulver mit flüssiger Luft. Zum Schluß zeigte er die bei Abkühlung der einen von zwei konsonierenden Stimmgabeln entstehenden Schwebungen, sowie die Einwirkung des Magneten auf flüssigen Sauerstoff.

Sitzung am 15. Juni 1903. Herr HUPE sprach über die graphische Lösung von Aufgaben der sphärischen Astronomie, wozu die rechtwinklige Parallelprojektion besonders geeignet sei. Er nahm als Bildebene die Meridianebene des Ortes, auf die alle übrigen Linien projiziert werden, und bestimmte für den längsten Tag graphisch den Aufgangspunkt der Sonne, die Länge des Tages, den Punkt, an dem sich die Sonne um 6^h früh, die Zeit, zu der sie sich genau im Osten befindet, und die hierzu gehörigen Höhen. Ebenso bestimmte er Deklination und Azimut, wenn geographische Breite, eine bestimmte Sonnenhöhe und die Beobachtungszeit gegeben sind. — Herr KOPPE entwickelte die graphische Lösung einer ähnlichen Aufgabe, bei der mit Äquatorialprojektion aus Deklination,

Zeit und Höhe der Sonne Zenit und Azimut bestimmt wurden. Derselbe machte einige Angaben über die Bedeutung der Worte Zenit, Azimut und Nadir. In der Diskussion wurde festgestellt, daß der Nutzen der graphischen Methode hauptsächlich darin beruht, daß man mit ihr nicht nur die gestellte Aufgabe löst, sondern den ganzen Stand der Sonne an dem betreffenden Tage übersehen kann. Im Anschluß daran erläuterte Herr GEISSLER seine Darstellungsweise der astronomischen Probleme vermittelt einer aus drei Spielreifen gebildeten Kugel.

Sitzung am 24. August 1903. Herr WEISS trug eine Ableitung der Pendelformel vor (vgl. Heft II S. 87). — Herr HEYNE besprach einige Fälle, in denen umfangreiche uns überlieferte Beobachtungsreihen einen großen Teil ihres Wertes für uns verloren haben, weil sie mit einem willkürlichen Maße ausgeführt sind, von dem uns kein Exemplar erhalten geblieben ist. Er empfahl solche Beispiele für den Unterricht, um den Schülern den Wert der natürlichen Maße und den Wunsch nach Schaffung derselben verständlich zu machen.

Sitzung am 14. September 1903. Herr HEYNE sprach über das photographische Fernobjektiv. Dasselbe besitzt ein System von Sammellinsen (den positiven Teil) und in größerer Entfernung davon ein System von Zerstreuungslinsen (den negativen Teil); das Ganze hat die Wirkung eines positiven Objektivs mit größerer Brennweite und gestattet Aufnahmen in einem größeren Maßstabe mit einem verhältnismäßig kurzen Kammerauszuge. Der Vortragende erläuterte die Wirkung dieser Kombination und zeigte damit gemachte Aufnahmen. — Herr HUPE regte die Frage an, wie eine für besondere Zwecke geeignete Stromstärke bei Benutzung eines hochgespannten Zentralstroms zu erzielen sei; Herr SPIES empfahl z. T. die Einschaltung großer Widerstände, z. T. die gleichzeitige Ladung einer Akkumulatorenatterie.

Sitzung am 2. November 1903. Herr HAHN sprach über Schülerübungen in der Optik unter Vorführung der dazu benutzten Apparatsätze (vgl. Heft II S. 73). Der Vortragende zeigte dann im einzelnen die Versuche über Spiegelung, Brechung, sphärische Spiegel und Linsen, Spektralanalyse, Beugung und Interferenz. — Herr HEYNE gab eine Übersicht über die für das Wintersemester in Aussicht genommenen städtischen Veranstaltungen zur Förderung des naturwissenschaftlichen Unterrichts.

Sitzung am 23. November 1903. Herr VOLKMANN sprach über Seilwellenapparate und Seilwellenversuche (d. Ztschr. XVI 97). Darauf demonstrierte der Vortragende mittels zweier Pendel und Spiegel Lissajousche Figuren. — Die Apparate für die Seilwellenversuche werden in der mechanischen Werkstatt von G. Beck in Rummelsburg hergestellt.

Sitzung am 18. Januar 1904. Herr HEYNE sprach über ein Schaltungsproblem, bei dem es sich darum handelt, Akkumulatoren im Nebenschluß einer elektrischen Beleuchtungsanlage mit möglichster Schonung der Akkumulatoren zu laden. — Herr HEITCHEN beschrieb 2 Methoden um Wechselstrom in Gleichstrom umzuwandeln. Bei der einen Methode benutzt man einen Turbinenunterbrecher mit Quecksilberstrahlen, die immer nur eine Phase der Schwingung weiterleiten; die andere Methode beruht auf dem nur in einer Richtung verlaufenden Aluminium-Blei-Polarisationsstrom.

Sitzung am 8. Februar 1904. Herr HAHN demonstrierte die von ihm beim Unterricht angewandte Methode, die Reflexion und Brechung des Lichts durch Herstellung gitterartig unterbrochener Strahlenbündel anschaulich zu machen. — Herr GEISSLER sprach über das „hydrostatische Paradoxon“ und gab Anlaß zu einer lebhaften Diskussion. — Herr POSKE sprach über eine in der Zeitschrift (zuletzt XVI 87) erörterte Denkaufgabe betreffend eine Erscheinung beim Anhalten eines Eisenbahnzuges. — Herr HEITCHEN machte Mitteilung über ein neues Gas von besonders hohem Heizwerte. Schk.

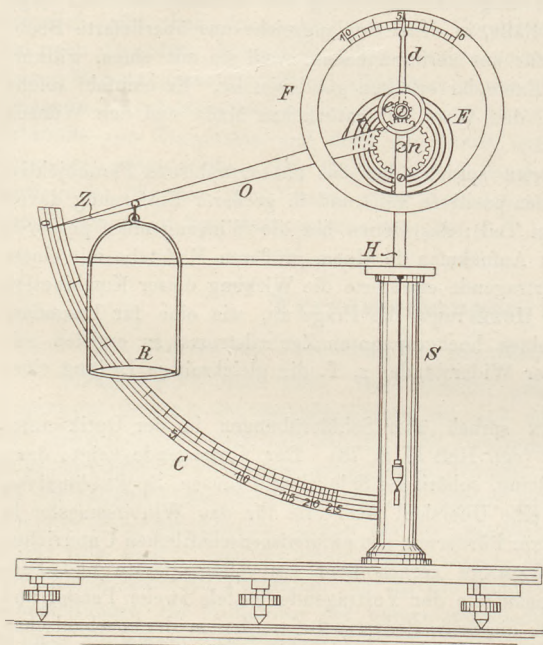
Mitteilungen aus Werkstätten.

Eine Präzisionswage ohne Benutzung von Gewichten (D. R. P. No. 104 926).

Von Paul J. Steinke in Berlin N., Wiesenstr. 15.

Auf einem Gestell, welches drei durch Schrauben regulierbare Füße besitzt, befindet sich eine die Skala und den gesamten Wiegemechanismus tragende Säule S. An dieser ist bei H in einer Öse ein Lot eingehängt, welches in richtiger Lage auf eine an der Säule befindliche Marke einsteht. Die Skala C ist an der Säule S befestigt; die Einteilung der Skala richtet sich nach der Art und Verwendung der Wage; diese kann je nach Stärke und Konstruktion als Präzisionswage, Analysenwage, Briefwage u. s. w. verwendet werden. Auf die Säule S ist ein gabelförmiger Arm H aufgesetzt, in welchem der gesamte Wiegemechanismus Aufnahme findet. Eine Spiralfeder E, die mit ihrem inneren Ende auf dem Zylinder des Triebrades n befestigt ist, wird durch ein entsprechendes

Getriebe, welches durch einen Triebknopf *e* bewegt wird, gespannt oder gelöst. Der Wagebalken *O*, an welchem das äußere Ende der Feder befestigt ist, ist mit der in Kugellagern ruhenden Welle verbunden und erhält durch sie die entsprechende Beweglichkeit; er trägt an seinem Ende den Zeiger *Z* und die Wageschale *R*. An der Gabel *H* ist mit dem Triebknopf *e* konzentrisch eine zweite Skala (Kreisscheibe) *F* angebracht. Ein Stück des äußeren Randes dieser Skala ist in 10 Teile geteilt (von 0 bis 1 g gehend). Der Triebknopf *e* bewegt gleichzeitig den Zeiger *d*, und dieser bezeichnet das betreffende Gewicht in Milligramm, während die Hauptskala die Gewichte in Gramm angibt.



Will man z. B. 5 Gramm 50 Zentigramm wiegen, so stellt man durch Drehen des Triebknopfes *e* den Zeiger *d* auf die Marke 50 der Oberskala *F* ein; der Zeiger *Z* wird jetzt über *O* hinausweisen; wird die Schale *R* nun entsprechend beschwert, bis der Zeiger *Z* auf 5 Gramm einspielt, so hat man das gewünschte Gewicht von 5 Gramm und 50 Zentigramm bezüglich 5 Zehntel Gramm erhalten.

Das Gewicht des zu wiegenden Gegenstandes kann also auf zweierlei Art bestimmt werden, einmal durch einfaches Ablesen auf der Skala *C* und ein ander Mal, wenn man den Knopf *e* so lange dreht, bis Zeiger *Z* und *d* auf das gewünschte Gewichtsmaß beider Skalen steht und man nunmehr die Untergramme auf der Skala *F* ablesen kann. Will man die Wage arretieren, so hat man nur die Schale aus dem Gehänge zu heben.

Der Preis beträgt für Größe I (Tragkraft 0,1 bis 25 g) M 35, für Größe II (0,1 bis 50 g)

M 45, für Größe III (0,1 bis 100 g) M 60. Ein Glasgehäuse zum Schutz gegen Verstäubung wird von M 15 an geliefert, eine Schutzkappe für M 5. Extra-Größen sowie Wagen von 0,01 g an werden auf Bestellung angefertigt.

Die Wage ist zum schnellen Abwägen kleiner Substanzmengen, besonders für den chemischen Unterricht, geeignet.

Korrespondenz.

Die von Herrn GRIMSEHL im I. Heft Seite 62 erhobenen Einwendungen gegen meinen Aufsatz „Über die Isolierfähigkeit verschiedener Körper“ (*d. Ztschr. XVI 348*) dürften sich durch nachfolgende Mitteilung erledigen:

Der Voltasche Fundamentalversuch wurde in der Weise angestellt, daß eine eben geschliffene, isoliert angefaßte Metallplatte mit einer andern eben geschliffenen und gleichfalls isoliert angefaßten Platte eines anderen Metalls zur Berührung gebracht, hierauf möglichst parallel zu sich selbst abgehoben und in die Nähe des Elektroskopknopfes gehalten wurde. Aus der Zunahme der Divergenz der Aluminiumstreifen konnte dann der Schluß gezogen werden, daß die untersuchte Platte die gleiche Elektrizität besaß wie das Elektroskop. Hierbei wirken allerdings die beiden Metallplatten als Kondensatorplatten; weil dieselben aber absolut notwendig sind, wenn der Versuch in der beschriebenen Weise angestellt wird, so wurde diese Kondensatorwirkung unberücksichtigt gelassen.

Die Behauptung, es könne der Voltasche Fundamentalversuch ohne Kondensator mittels der beschriebenen Elektroskope gezeigt werden, bezog sich daher auf die Tatsache, daß kein weiterer Kondensator, der entweder auf dem Elektroskop angeschraubt ist, oder sich an einem anderen Platze befindet, notwendig ist, um die verschiedenen Elektrizitäten, die bei der Berührung zweier verschiedenen Metallplatten entstehen, nachzuweisen.

Die in *d. Ztschr. (XVI 348)* beschriebenen Elektroskope zeigen nicht die hohe Empfindlichkeit wie aus Nernst-Säulen hergestellte Säulenelektroskope. Mit einem solchen Säulenelektroskop kann man die freie Spannung an jedem Pole eines geladenen Akkumulators nachweisen. Der frei

herabhängende Aluminiumstreifen schlägt nämlich nach verschiedenen Seiten aus, je nachdem der Knopf des Elektroskops mit der PbO_2 -Platte oder mit der Pb -Platte des Akkumulators in Berührung gebracht wird.

Hat man verschiedene Zambonische Säulen, z. B. eine von 10 cm Länge und 10 mm Querschnitt, und eine von 20 cm Länge und 20 mm Querschnitt, so erhält man bei den a. a. O. beschriebenen Elektroskopen jedesmal eine Abnahme der Divergenz der Aluminiumstreifen, mag man das eine oder das andere Ende der Zambonisäule in die Nähe des Elektroskopknopfes halten. Erst wenn die Säule an jedem Ende eine gewisse Menge freier Elektrizität aufweist, tritt das eine Mal Zunahme, das andere Mal Abnahme der Divergenz bei den Aluminiumstreifen ein.

Es wäre eine verdienstliche Aufgabe, festzustellen, wie hoch die freie Spannung eines zur Untersuchung gebrachten Körpers mindestens sein muß, damit eine Zunahme der Divergenz eintritt, wenn der Körper in die Nähe des Knopfes des Elektroskops gebracht wird.

Adami (Hof).

Bei der Redaktion eingegangene Bücher und Schriften.

O. D. Chwolson, Lehrbuch der Physik, übersetzt von H. Pflaum. II. Band: Lehre vom Schall, Lehre von der strahlenden Energie. Mit 658 Abb. u. 3 Stereoskopbildern. Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn, 1904. 1056 S. M 18, geb. M 20. — **Andrew Gray**, Lehrbuch der Physik, deutsch von F. Auerbach. I. Band: Allgemeine und spezielle Mechanik. Mit 400 Abb. Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn, 1904. 837 S. M 20, geb. M 21. — **Hans Hess**, Die Gletscher. Mit 8 Vollbildern, zahlreichen Abb. u. 4 Karten. Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn, 1904. 426 S. M 15, geb. M 16. — **Bruno Kolbe**, Einführung in die Elektrizitätslehre. I. Statische Elektrizität, 2. verbess. Aufl. Mit 76 Fig. Berlin, Julius Springer, 1904. M 2,40, geb. M 3,20. — **A. Vogler**, Elektrizitäts-Unterricht. Für Lehrer und zur Selbstbelehrung. Mit 148 Abb. 208 S. Leipzig, Moritz Schäfer, 1903. — **Johann Kleiber**, Lehrbuch der Physik für hum. Gymnasien. München, R. Oldenburg, 1904. 2. Aufl. 320 S. M 3. — **Kurt Geißler**, Anschauliche Grundlagen der mathematischen Erdkunde. Mit 52 Fig. im Text. Leipzig, B. G. Teubner, 199 S. — **Josef Gajdeczka**, Maturitätsfragen aus der Physik. 3. gänzlich umgearbeitete Aufl. Mit 58 Abb. Wien, Franz Deuticke, 1904. 207 S. M 2. — **R. Blochmann**, Luft, Wasser, Licht und Wärme. Neun Vorträge aus der Experimentalchemie. 2. Aufl. Mit zahlreichen Abb. Leipzig, B. G. Teubner, 1903. M 1, geb. M 1,75. — **Edwin H. Hall** und **Joseph Y. Bergen**, A Text-book of Physics. 3. ed. New York, Henry Holt and Co., 1903. 571 S. — **R. T. Bürgi**, Der Elektrodenäther, Beiträge zu einer neuen Theorie der Elektrizität und Chemie. Berlin, W. Junk, 1904. 47 S. M 1,20. — **H. Wedding**, Das Eisenhüttenwesen, in acht Vorträgen erläutert. Mit 12 Fig. 2. Aufl. B. G. Teubner, 1904. 120 S. Geb. M 1,25. — **Georg W. A. Kahlbaum**, Monographien aus der Geschichte der Chemie. VII. Heft: Jakob Berzelius, von H. G. Söderbaum. — **Amedeo Avogadro** und die Molekulartheorie, von J. Guareschi. Leipzig, J. Ambr. Barth, 1903. 194 S. M 5, geb. M 6,30. — **H. Röttger**, Kurzes Lehrbuch der Nahrungsmittel-Chemie. 2. verm. u. verb. Aufl. mit 21 Abb. 698 S. Joh. Ambr. Barth, 1903. M 11. — **H. v. Jüptner**, Lehrbuch der physikalischen Chemie für technische Chemiker etc., I. Teil. Mit 21 Abb. Wien, Franz Deuticke, 1904. 199 S. M 4. — **K. A. Henniger**, Lehrbuch der Chemie und Mineralogie mit Einschluß der Elemente der Geologie. Nach methodischen Grundsätzen bearbeitet. 2. völlig umgearb. Auflage der „Grundzüge“. Mit 760 Fig. und 1 Spektraltafel. Stuttgart und Berlin, Fr. Grub, 1904. 478 S. Geb. M 4,50. — **K. Scheid**, Chemisches Experimentierbuch für Knaben. Mit 78 Abb. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1904. 204 S. Geb. M 2,80. — **Allo Arche**, Praktische Chemie. Leitfaden für jüngere Studierende. 2. verb. Aufl. Mit 14 Abb. Wien, A. Hölders, 1904. 64 S. Geb. Kr. 1,60. — **E. Wedekind**, Stereochemie. Mit 34 Fig. Sammlung Göschen, 1904. 106 S. Geb. M 0,80. — **Fr. Rüdorff**, Grundriß der Chemie für den Unterricht an h. Lehranstalten. 13. Aufl. Ausgabe B, bearbeitet von Arthur Krause. 289 S. M 3,60. — **Nicola Perscheid**s Photographie in natürlichen Farben, von H. Scheidemantel. Leipzig, R. Haberland, 1904. 137 S. M 5. — **Hugo Müller**, Das Arbeiten mit Rollfilms. Mit 47 Abb. Halle a. S., Wilhelm Knapp, 1904. M 1,50. — **L. Harald Schütz**, Die Fortschritte der technischen Physik in Deutschland seit dem Regierungsantritt Kaiser Wilhelms II. Festschrift. Berlin, Gebr. Bornträger, 1904. M 0,50. — **Kurd Laßwitz**, Religion und Naturwissenschaft. Ein Vortrag. Leipzig, B. Elischer Nachf. M 0,60.

Sonderabdrücke: Das Vakuum als Isolator. Vortrag von O. Lehmann. S.-A. Verh. des Naturw. Vereins zu Karlsruhe. Bd. XVII. 26 S. — Über dynamische Wirkungen innerer Spannungsdifferenzen von Flüssigkeiten und ihre Beziehung zum Saftsteigeproblem der Bäume. Von C. Stebrinck. S.-A. Flora, (Allgem. Botan. Zeitung) 93. Bd. Heft 2.

Himmelserscheinungen im Juni und Juli 1904.

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

	Juni						Juli						
	3	8	13	18	23	28	3	8	13	18	23	28	
♄	AR	3 ^h 14 ^m	3.29	3.50	4.17	4.50	5.30	6.14	7. 2	7.48	8.31	9.10	9.44
	D	+ 14 ^o	+ 15 ^o	+ 17 ^o	+ 19 ^o	+ 21 ^o	+ 23 ^o	+ 24 ^o	+ 24 ^o	+ 23 ^o	+ 21 ^o	+ 18 ^o	+ 15 ^o
♀	AR	4 ^h 4 ^m	4.30	4.56	5.22	5.49	6.16	6.43	7. 9	7.36	8. 2	8.28	8.53
	D	+ 20	+ 21	+ 22	+ 23	+ 24	+ 24	+ 24	+ 23	+ 23	+ 22	+ 20	+ 19
☉	AR	4 ^h 44 ^m	5. 4	5.25	5.46	6. 7	6.28	6.48	7. 9	7.29	7.49	8. 9	8.29
	D	+ 22	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	+ 22	+ 22	+ 21	+ 20	+ 19
♂	AR	4 ^h 39 ^m	4.54	5. 9	5.24	5.39	5.54	6. 8	6.23	6.38	6.52	7. 7	7.21
	D	+ 23	+ 23	+ 23	+ 24	+ 24	+ 24	+ 24	+ 24	+ 24	+ 24	+ 23	+ 23
♃	AR	1 ^h 22 ^m		1.29		1.35		1.41		1.46		1.50	
	D	+ 7		+ 8		+ 9		+ 9		+ 10		+ 10	
♄	AR	21 ^h 35 ^m						21.32					
	D	- 15						- 16					
☉	Aufg.	3 ^h 44 ^m	3.41	3.39	3.38	3.39	3.41	3.44	3.49	3.54	4. 0	4. 7	4.14
	Unterg.	20 ^h 12 ^m	20.17	20.21	20.23	20.24	20.24	20.23	20.20	20.16	20.11	20. 4	19.57
☾	Aufg.	23 ^h 40 ^m	1.15	3.46	9 11	15.32	20.31	22.58	0.32	4.21	10.50	16.43	20.13
	Unterg.	8 ^h 42 ^m	14. 0	19.35	23.20	1.10	4.32	9.38	15. 2	20. 5	22.48	0.54	5.20
Sternzeit im mittl. Mittg.		4 ^h 45 ^m 54 ^s	5. 5.37	5.25.19	5.45. 2	6. 4.45	6.24.28	6.44.10	7. 3.53	7.23.36	7.43.19	8. 3. 2	8.22.44
	Zeitgl.	- 2 ^m 8 ^s	- 1.16	- 0.16	+ 0.48	+ 1.53	+ 2.55	+ 3.54	+ 4.45	+ 5.28	+ 5.58	+ 6.15	+ 6.17

Mittlere Zeit = wahre Zeit + Zeitgleichung.

Mondphasen in M.E.Z.	Letztes Viertel	Neumond	Erstes Viertel	Vollmond
		Juni 6, 6 ^h 53 ^m Juli 5, 23 ^h 54 ^m	Juni 13, 22 ^h 10 ^m Juli 13, 6 ^h 27 ^m	Juni 20, 16 ^h 11 ^m Juli 19, 21 ^h 49 ^m

Planetensichtbarkeit	Merkur	Venus	Mars	Jupiter	Saturn
im Juni	unsichtbar	unsichtbar	unsichtbar	wird morgens im O sichtbar, an Schluß des Monats 1 ³ / ₄ Std. lang	die Dauer der Sichtbarkeit vor Sonnenaufgang wächst auf 3 ¹ / ₂ Stunden
im Juli			wird Ende des Monats morgens im NO für kurze Zeit sichtbar	die Sichtbarkeitsdauer wächst bis auf 4 ¹ / ₂ Stunden	die ganze Nacht hindurch sichtbar

Sternbedeckungen für Berlin:

Juli 10, ♂ Tauri	Eintr.: 3 ^h 3 ^m ,3 M.E.Z., Q = 84 ^o ;	Austr.: 3 ^h 58 ^m ,9 M.E.Z., Q = 251 ^o
♁ Tauri	3 ^h 6 ^m ,6	106 ^o
α Tauri	6 ^h 39 ^m ,7	50 ^o
		7 ^h 43 ^m ,1
		229 ^o
		284 ^o .

Veränderliche Sterne:

Datum	M.E.Z.		Datum	M.E.Z.		Datum	M.E.Z.	
Juni 6		R Lyrae-Max.	Juni 26		X Sagitt.-Max.	Juli 19	23 ^h	β Lyrae-Min.
6	23 ^h	♁ Cephei-Max.	29		R Lyrae-Min.	22		R Lyrae-Max.
10	22 ^h	♁ Cephei-Min.	Juli 5	20 ^h 56 ^m	Algol-Min.	23	20 ^h	♁ Cephei-Min.
21	23 ^h	W Sagitt.-Min.	7	23 ^h	η Aquil.-Min.	25	22 ^h 39 ^m	Algol-Min.
25	23 ^h	W Sagitt.-Max.	19	21 ^h	♁ Cephei-Max.	29	23 ^h	W Sagitt.-Min.
25	23 ^h	η Aquil.-Max.						

Dr. F. Koerber.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagshandlung gestattet.