

# Zeitschrift für den Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XVI. Jahrgang.

Drittes Heft.

Mai 1903.

## Einige neue Versuche und Apparate aus der Mechanik und Optik.

Von

U. Behn in Frankfurt a. M.

Bei Gelegenheit des naturwissenschaftlichen Ferienkursus für Lehrer höherer Schulen<sup>1)</sup> zeigte ich folgende Versuche und Apparate, die ich zum Vorlesungsgebrauch zusammengestellt habe.

1. Die kinetische Energie eines sich um eine feste Achse reibungslos drehenden Körpers, auf den keine Kräfte wirken, ist konstant. Bei Variation des Trägheitsmoments muß sich also die Winkelgeschwindigkeit ändern.

In dem mit einem Fußbrett versehenen Rahmen  $A B C D E F$  (Fig. 1) befindet sich bei  $B$  ein Spitzenlager, bei  $E$  ein Kugellager. In diese Lager ist ein Messingrohr  $R$  drehbar eingesetzt, das seinerseits ein dünneres horizontales Rohr ( $ss$ ) trägt, das an seinen Enden mit Anschlägen versehen ist. Auf ihm gleiten zwei gleiche Messinggewichte ( $M_1$  und  $M_2$ ). Dieselben sind an Schnüre gebunden und diese über je ein Röllchen im Innern des Rohres  $R$  geführt. Ihr gemeinsames unteres Ende ist an der Achse einer frei hängenden Fahrradnabe befestigt<sup>2)</sup>.

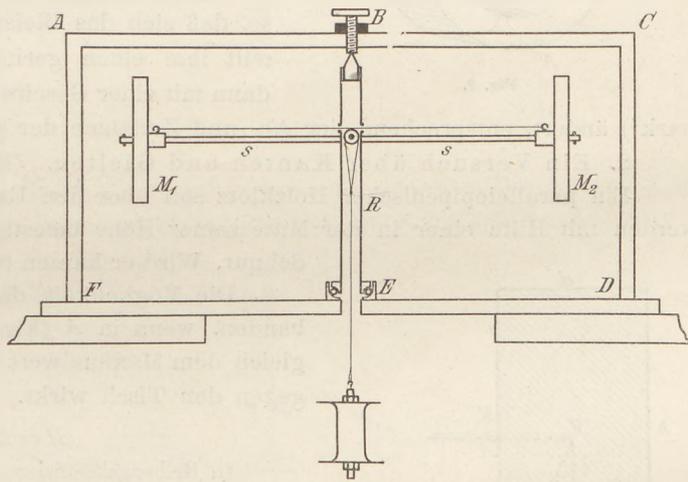


Fig. 1.

Hat man das System durch einen Anstoß in drehende Bewegung versetzt, und zwingt nun durch Zug an den Schnüren die Gewichte, sich der Achse zu nähern, so nimmt die Winkelgeschwindigkeit zu; das Umgekehrte geschieht, wenn man durch Nachlassen des Zuges den Gewichten während der Drehung erlaubt, sich von der Achse zu entfernen.

Dieser Versuch ist allerdings nicht einwandfrei, weil durch den Zug an den Schnüren dem System Energie zugeführt wird, die Winkelgeschwindigkeit dabei also stärker wächst, als der Bedingung für die Konstanz der kinetischen Energie entspricht.

<sup>1)</sup> Veranstaltet vom Physikal. Verein zu Frankfurt a. M. im Herbst 1902.

<sup>2)</sup> Diese benutzt man während des Experimentes als Griff und kann dieselbe festhalten, ohne daß die Schnüre sich tordieren.

Reiner sind die Versuchsbedingungen, wenn man eine Metallkugel an einer Schnur im Kreise herumschwingt und die Schnur sich dann auf einem Stäbchen (oder dem möglichst ruhig gehaltenen Finger) aufwickeln läßt. Dann nimmt bei passender Wahl der Winkelgeschwindigkeit, der Fadlänge und der Dicke des Stäbchens (wegen der nicht zu vermeidenden Energieverluste, nur dann) die Winkelgeschwindigkeit zu, bis der ganze Faden aufgewickelt ist.

Hängt man ein Gewicht an die Schnüre des zuerst beschriebenen Apparates, so hat man ein System, das sich lange Zeit mit konstanter Winkelgeschwindigkeit dreht. (Bis nämlich die potentielle Energie des Gewichtes gegen die Reibung verbraucht ist.)

1b. Ein Beispiel für den Satz, daß die Summe von kinetischer und potentieller Energie eines Systems, auf das keine äußeren Kräfte wirken, bei einem rein mechanischen Vorgang konstant ist.

Zwei äußerlich gleiche Pappräder unterscheiden sich dadurch, daß bei dem zweiten (Fig. 2) durch ein bei  $A$  angebrachtes Bleistück (in der Figur punktiert) der Schwerpunkt der Peripherie nahe gerückt ist<sup>3</sup>).

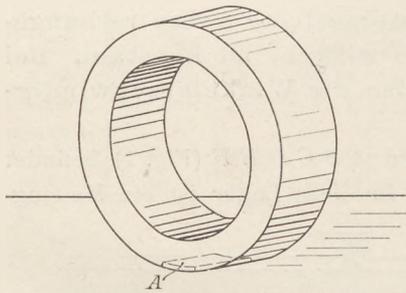


Fig. 2.

Das erste Rad läuft, wenn es einen Stoß erhält, mit merklich konstanter Geschwindigkeit über den Experimentiertisch (der Schwerpunkt bewegt sich horizontal, die potentielle Energie ändert sich also nicht).

Das zweite Rad stellt man für den Versuch so, daß sich das Bleistück oben befindet, und erteilt ihm einen geringen Stoß. Es bewegt sich dann mit einer Geschwindigkeit, die sich periodisch stark<sup>4</sup>) ändert, entsprechend der Ab- und Zunahme der potentiellen Energie.

2. Ein Versuch über Kanten und Gleiten. (Nach E. Warburg.)

Ein parallelepipedischer Holzklotz soll über den Experimentiertisch hingezogen werden mit Hilfe einer in der Mitte seiner Höhe befestigten, horizontal gespannten Schnur. Wird er kanten (vornüberfallen) oder gleiten?

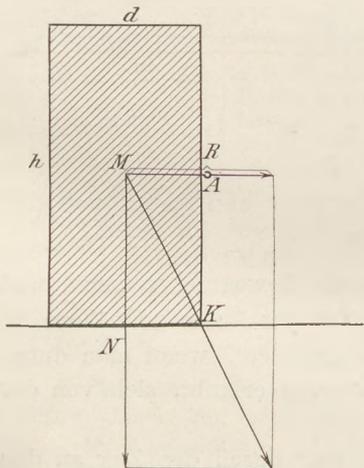


Fig. 3.

Die Möglichkeit, daß der Klotz gleitet, ist vorhanden, wenn in  $A$  (Fig. 3) mindestens ein Zug ( $H$ ) gleich dem Maximalwert ( $R$ ) der Reibung des Klotzes gegen den Tisch wirkt.

$$H = R = \mu \cdot N$$

( $\mu$  Reibungskoeffizient,  $N$  Gewicht des Klotzes).

Diesen Zug können wir uns nach  $M$  verlegt denken; in  $M$  wirkt vertikal abwärts das Gewicht des Klotzes.

Verhält sich nun  $\frac{R}{N}$  ( $= \mu$ ) wie  $\frac{d}{h}$ , so geht die Resultante beider Kräfte durch  $K$  (die untere vordere Kante des Klotzes) und wir haben den Grenzfall.

Je nachdem  $\mu \geq \frac{d}{h}$ , tritt kanten oder gleiten ein.

<sup>3</sup>) Ein solches Rad benutzt man häufig zur Demonstration paradox scheinender Gleichgewichtszustände.

<sup>4</sup>) Soll der Versuch gut gelingen, so muß man das Gleiten des Rades verhindern, das Rad also mit Schmirgelleinwand, Tuch oder Samt überziehen.

Wählt man die Dimensionen beim Versuch so, daß der Klotz noch gerade sicher über den Tisch gleitet, so wird er einen Kreidestrich auf demselben ( $\mu$  wird plötzlich groß) nicht passieren können.

Will man den Versuch mehrmals wiederholen, so muß jedesmal erst die Fläche des Klotzes völlig von Kreide gereinigt werden.

### 3. Demonstration des Boyle-Mariotteschen Gesetzes.

Gewöhnlich demonstriert man das Boyle-Mariottesche Gesetz derart, daß man das Volumen der abgeschlossenen Luftmenge nacheinander sprungweise auf einige Werte bringt, die sich wie ganze Zahlen verhalten, und die dazu gehörigen Drucke mißt. Wenn man aber davon ausgeht, daß der Gleichung  $pv = \text{const}$ , eine gleichseitige Hyperbel entspricht, und diese aufzeichnet, so kann man zeigen, daß die Manometeraus schläge, die den Druck des abgeschlossenen Luftquantums anzeigen, der Hyperbel folgen, wenn man mit der Kompression (oder Dilatation) kontinuierlich vorgeht.

Dazu dient folgender einfacher Apparat (Fig. 4 und 5), den man sich leicht selbst herstellen kann: Das Quecksilbermanometer (mm), das etwa Drucke von 2 Atm. bis 0,5 Atm. angibt und aus einer starkwandigen Glasröhre von ca. 3 mm Lumen be-

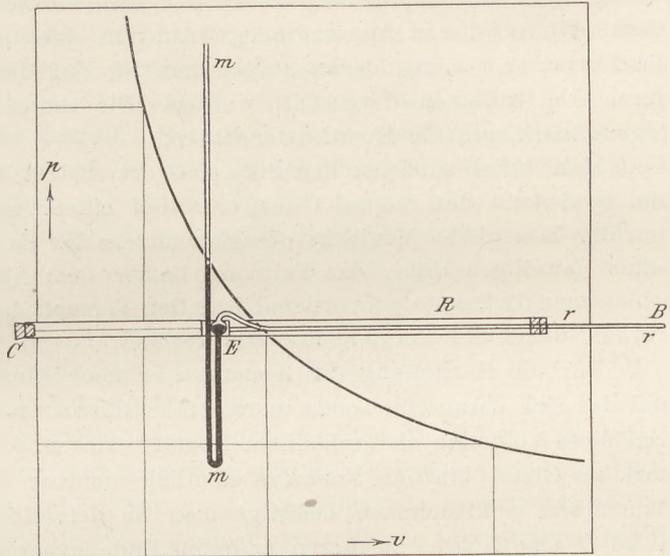


Fig. 4.

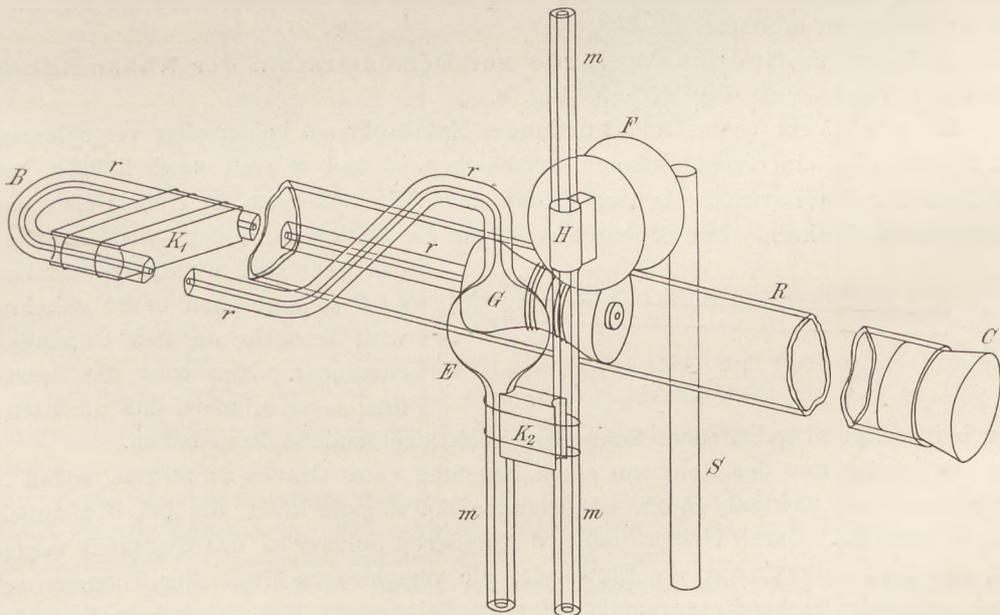


Fig. 5.

steht, hat eine kleine Erweiterung bei  $E$ , so daß der eine, hier stehende Meniskus seine Höhe merklich nicht ändert. Über  $E$  biegt das Rohr, das von nun an nur noch 1 mm Lumen hat ( $r$ ), rechtwinklig um, verläuft etwa 1 Meter horizontal, ist weiter bei  $B$  U-förmig gebogen und läuft ungefähr bis zu dem Gefäß  $E$  zurück. Es trägt an seinem Ende einen Stempel, der etwa aus 2 durchbohrten auf dem Rohr festgebundenen Kautschukstößeln ( $G$ ) besteht. Dieser Stempel ist luftdicht verschiebbar in einem 2 bis 3 cm weiten horizontal aufgestellten Glasrohr  $R$ , das an seinem einen Ende mit einem Stöpsel verschlossen werden kann. In das andere Ende ist ein durchbohrter Korkstopfen eingesteckt, der, ohne luftdicht zu schließen,  $r$  zur Führung dient. Hinter diesen Apparat hängt man nun einen großen Bogen Papier, auf dem die Kurve,  $pv = \text{const}$ , derart aufgetragen ist, daß die  $v$  durch die Abszissen, die  $p$  durch die Ordinaten dargestellt werden. Die linke und untere Kante des Papierbogens markieren die Koordinatenachsen.

Man lüftet zunächst den Stöpsel  $C$ , verschiebt den Stempel bis an die Kurve und setzt dann den Stöpsel  $C$  fest ein. Bei einer Verschiebung des Stempels folgt nun der bewegliche Meniskus des Manometers der Kurve, weil einerseits der Druck seiner jeweiligen Höhe, das Volumen immer dem Abstände des Stempels vom geschlossenen Rohrende proportional ist. Der Versuch darf nicht zu schnell ausgeführt werden, damit der Vorgang isotherm verläuft.

Für die Herstellung des Apparates ist noch hinzuzufügen: Die Erweiterung  $E$  und das sich daranschließende horizontale Glasrohr muß nicht weiter als nötig sein, weil diese Volumina als „schädliche Räume“ wirken. Das Manometerrohr wähle man stark im Glase, um den Meniskus deutlich sichtbar zu machen. Um die Last des Manometers aufzunehmen, befestigt man an demselben mit Hilfe der aufgekitteten Hülse  $H$  eine Achse, an deren anderem Ende eventuell (damit das Manometer von selbst genau vertikal steht) ein massiver Metallstab  $S$  angebracht ist und um die sich eine passende Rolle  $F$  dreht. Statt das Rohr  $m m m r r r r r$  ganz aus einem Stück zu blasen, kann man eventuell die Biegung bei  $B$  aus Metallrohr herstellen und die Glasröhren einkitten. Die Korke  $K_1$  und  $K_2$  dienen des weiteren dazu die Stabilität des Apparates zu erhöhen.

4. Eine empfindliche Methode zur Demonstration der Abhängigkeit des Luftdrucks von der Höhe. (Fig. 6.)

Ein etwa 5 cm weites und 1 m langes Metallrohr sei beiderseitig verschlossen. Bei  $C$  läßt sich ein Gummischlauch aufschieben,  $A$  und  $B$  sind zwei Löcher von gleichem Durchmesser (0,5 bis 1 cm) oder auch die äußersten in einer Reihe von äquidistanten Löchern. Der Schlauch wird an die Gasleitung gelegt und nachdem

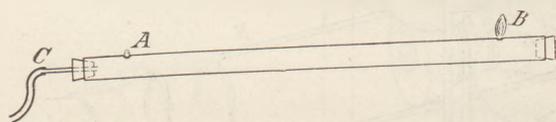


Fig. 6.

das Rohr sich mit Gas gefüllt hat, ( $A B$  solange nach unten gekehrt) wird letzteres an den Öffnungen entzündet. Nun wird die Gaszufuhr so vermindert, daß die Flam-

men bei horizontal gehaltenem Rohr eben noch leuchtende Spitzen haben.

Es genügt nun das Rohr um einen Bruchteil eines Grades zu neigen, sodaß  $A$  einige mm tiefer steht als  $B$ , um die Flamme bei  $A$  ganz klein, die bei  $B$  ziemlich groß zu machen. Durch Neigen nach der anderen Seite wird das Gegenteil veranlaßt, und man entkräftet so die Einwände, die verschiedene Größe der Flammen sei durch ungleiche Lochweite veranlaßt, oder die Reibung im Rohr komme in Betracht. (Bei  $A$  ist der Gasdruck innen und außen merklich gleich, wie die Kleinheit dieser

Flamme beweist. Nach oben hin nimmt der Druck ab und zwar in der Luft stärker wie im leichteren Leuchtgas. Deshalb brennt die Flamme bei *B* lang.)

Liegt *B* nur um 3 mm höher als *A*, so ist schon die Differenz der Flammengrößen, ruhige Luft vorausgesetzt, in einem großen Hörsaal überall deutlich zu sehen.

Es ist damit ein Druckunterschied sichtbar gemacht von  $(0,0012 - 0,0006) \cdot 0,3$  Grammgewicht pro  $\text{cm}^2 = 0,0000002$  Atm. Zur Erreichung dieser Empfindlichkeit muß, wie oben vorgeschrieben, das Rohr weit sein und in dünner Wandung ziemlich weite Ausströmungsöffnungen haben<sup>5)</sup>.

Ich benutze zur Anstellung von Versuchen über meteorologische Vorgänge ein ca. 3 m langes Rohr, das eine Reihe von Löchern trägt, die je 10 cm Abstand haben. Die Empfindlichkeit gegen (nicht zu schnell verlaufende) Luftdruckschwankungen ist, wie schon aus dem oben Gesagten hervorgeht, sehr groß. Führt man z. B. langsam mit der Hand an dem horizontal gestellten Rohr entlang, so werden die Flammen vor der Hand klein, hinter der Hand groß, ein Beweis, daß der Luftdruck vor der Hand größer, hinter ihr kleiner ist, als in der Umgebung.

#### 5. Demonstration der sphärischen Abweichung einer Sammellinse.

Die bekannte Linsenformel

$$\frac{1}{g} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

gilt nur für zentrale Strahlen. Die Brennweite für Randstrahlen ist kleiner. Dies kann man in folgender Weise demonstrieren.

Die von einer fernen Lichtquelle kommenden Strahlen  $C_1$  und  $C_2$  durchsetzen die (möglichst große) Linse zentral und schneiden sich in  $F$  auf einem weißen Schirm. Die nahe der Linse stehende Blende *B* hat einen Ausschnitt, der zunächst durch das Blendenstück *A* bis auf das zentrale Ende verdeckt ist. Blende und Schirm sind in Fig. 7a von der Seite, in Fig. 7b einzeln von vorn gesehen.

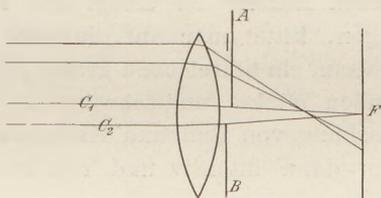


Fig. 7 a.

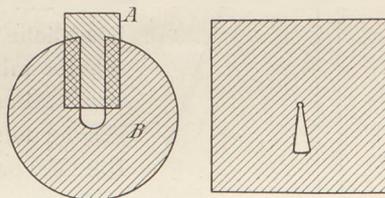


Fig. 7 b.

Zieht man nun *A* nach oben weg, so wird von  $F$  ausgehend nach unten hin ein kometartiger Schweif auf dem Schirm sichtbar; ein Beweis, daß die Randstrahlen eine kleinere Brennweite haben.

#### 6. Beweis, daß bei der Minimalstellung eines Prismas die Strahlen dasselbe symmetrisch durchlaufen<sup>6)</sup>.

Man entwirft mit monochromatischem Licht das Bild eines Spaltes auf dem Projektionschirm. Bringt man nun in das Bündel (fast) paralleler Strahlen bei *A* (s. Fig. 8) ein gleichschenkliges Prisma, derart, daß die Strahlen nicht nur die brechende Fläche,

<sup>5)</sup> Das ist eine wesentliche Bedingung, und diese ist bei dem Versuch von Neyreneuf, den Dvorák (Physik. Zeitschrift 2, 1901) beschreibt, nicht erfüllt. Vergl. auch Warburg, Verh. der Physik. Gesellschaft 7, S. 2, 1898 und diese Zeitschr. 1901, S. 95.

<sup>6)</sup> Der gleiche Versuch ist kürzlich in dieser Zeitschrift von Herrn Freuchen, XV 344 (Nov. 1902) beschrieben. [Zusatz der Redaktion: Man vergleiche auch Fr. C. G. Müller, diese Zeitschrift III 248.]

sondern auch die Basisfläche treffen, so entstehen auf dem Schirm zwei Bilder:  $S_1$ , erzeugt durch die Strahlen, die das Prisma passiert haben, und  $S_2$ , erzeugt durch die an der Basisfläche reflektierten Strahlen.

Drehe ich das Prisma in einem bestimmten Sinne, so bewegt sich  $S_2$  in gleichem Sinne, während  $S_1$  auf dem Schirme hin- und zurückläuft. Im Moment, wo  $S_1$  seine

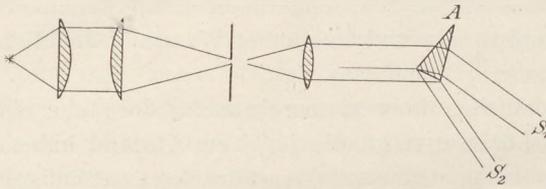


Fig. 8.

Bewegungsrichtung ändert, läuft das Bild  $S_2$  über  $S_1$  hin. Und da die Strahlen  $S_2$  immer symmetrisch zum Prisma verlaufen, so folgt, daß die Strahlen  $S_1$  in diesem Moment (Minimalstellung) das Prisma ebenfalls symmetrisch durchlaufen haben.

### 7. Einfacher Apparat zur Erzeugung Newtonscher Ringe.

Zur Erzeugung Newtonscher Ringe benutzt man gewöhnlich eine äußerst schwach gewölbte plankonvexe Linse, die auf ein Planglas aufgepreßt wird. Zu Vorlesungszwecken kann man aber einfach zwei kreisförmige Stücke unbelegtes Spiegelglas verwenden, zwischen die man (wenn nötig) am Rande einige Stückchen dünnes Stanniol gelegt hat. In Fig. 9 ist das dazu dienliche Stativ ohne die beiden Platten

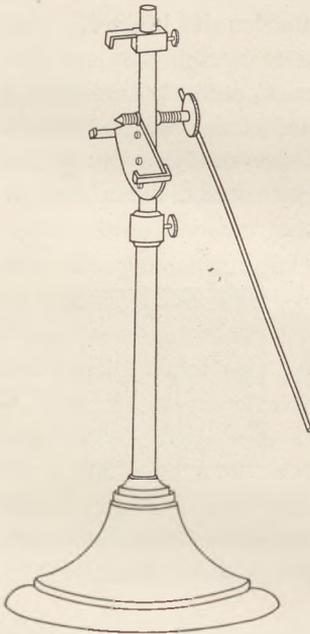


Fig. 9.

gezeichnet<sup>7)</sup>. Während die vordere (stärkere) Glasplatte an drei Punkten ihres Randes gehalten wird, wird die hintere (dünnere) in ihrer Mitte von der Spitze der Schraube nach vorn gedrückt (eventuell ist ein Unterlagsscheibchen zwischen zu legen) und so hinreichend sphärisch durchgebogen, daß im reflektierten Lichte der Projektionslampe Newtonsche Ringe entstehen, von denen man dann ein Bild auf dem Schirme entwirft.

Um die störenden Reflexe der ersten und vierten Glasfläche zu beseitigen, kittet man auf die erste Glasfläche mit Kanadabalsam ein hinreichend großes Prisma<sup>8)</sup> von kleinem brechenden Winkel, und schwärzt die vierte Fläche mit einer Mischung von Ruß und Kanadabalsam. Die Farben kommen dann intensiv und rein zur Darstellung.

Durch Anziehen der Schraube kann man die beiden Platten in der Mitte zur Berührung bringen (schwarzer Fleck). Dreht man dann die Schraube ganz langsam zurück, — man lötet etwa einen 20 cm langen, dicken Messingdraht auf den Schraubenkopf —, so beobachtet man in der Mitte nacheinander alle Farben, die sich bei der

Anfangsstellung örtlich nebeneinander von innen nach außen folgten; die Farben werden immer blasser, bis das Weiß höherer Ordnung erreicht ist. Beleuchtet man nun aber mit monochromatischem Lichte, so ist das Gesichtsfeld wieder mit hellen und dunklen Ringen erfüllt.

<sup>7)</sup> Dasselbe Stativ verwende ich, um verschiedene Hohlspiegel zu halten, die ich mir durch Versilbern von übrig gebliebenen Flintglashälften größerer achromatischer Linsen (die gelegentlich sehr billig zu haben sind) angefertigt habe und die z. B. bei Versuchen mit ultravioletten Strahlen gute Dienste leisten.

<sup>8)</sup> Zu beziehen von Herrn Mechaniker Braun, Berlin, Königgrätzerstr. 31.

Man kann für diesen Versuch die positive Kohle der Lampe von vornherein unten hin bringen, höhlt sie etwas aus und füllt, wenn man monochromatisches Licht haben will, die Höhlung etwa mit fein gepulvertem Natriumsulfat. Man stellt hierbei die positive Kohle etwas nach vorn, damit das Licht des Kraters nicht stört<sup>9)</sup>.

Frankfurt a. M., März 1903.

Laboratorium des Physik. Vereins.

## Zur experimentellen Einführung der Begriffe Kraft, Masse und Energie.

Von

E. Grimsehl in Hamburg.

1. Der Massenbegriff ist ein kinetischer Begriff. Aus diesem Grunde ist es empfehlenswert und auch konsequent, daß man den Massenbegriff erst einführt, wenn man die rein phoronomisch behandelten Bewegungsgesetze schon vorher ohne den Massenbegriff entwickelt hat.

Erst wenn dies geschehen und besonders die Begriffe Geschwindigkeit und Beschleunigung bei den Schülern festgelegt sind, ist es Zeit, nach den Ursachen der Bewegung zu fragen. Man wird dann die Kraft definieren als die „Ursache einer Bewegungsänderung“, ohne Rücksicht darauf, ob man später an die Stelle von Bewegungsänderung das allgemeinere Wort „Zustandsänderung“ setzt.

Es ist gewiß richtig und einwandfrei, zwei Kräfte dann gleich zu nennen, wenn sie an demselben Körper dieselbe Bewegungsveränderung erzeugen. Ob man als Kraftquelle die potentielle Energie einer gespannten Feder oder Gummischnur, ob die Energie eines fallenden Gewichts oder die Expansion der Pulvergase benutzt, ist bei der experimentellen Herleitung des Kraftbegriffs gleichgültig, wenn man nur dafür sorgt, daß die erzeugte Wirkung dieselbe bleibt.

Ebenso berechtigt ist es, zwei Körper dann „massengleich“ zu nennen, wenn dieselbe Kraft bei ihnen dieselbe Bewegungsveränderung erzeugt. Auch hierbei ist es gleichgültig, welcher Art die Kraftquelle ist, wenn sie nur immer gleich bleibt.

Die Erfahrung lehrt nun, daß die am bequemsten zur Verfügung stehende Kraft, die Schwerkraft, zur Einführung der in Frage stehenden Begriffe deshalb wenig geeignet ist, weil man dabei leicht Gefahr läuft, daß die Schüler entweder die Begriffe Kraft und Gewicht oder die Begriffe Masse und Gewicht miteinander verwechseln, da man zur Herstellung einer gewissen Kraftgröße immer gleichzeitig eine ganz bestimmte Massengröße mit in die Demonstration einführen muß.

Aus diesem Grunde versuchte ich, Kraftquellen zu benutzen, die gleichsam masselos sind, oder deren Massen wenigstens im Vergleich zu den bewegten Massen vernachlässigt werden können. Als solche Kraftquellen stehen uns besonders die potentielle Energie einer gespannten Feder (bezw. Gummischnur) und die Expansion der Pulvergase zur Verfügung. Beides sind Bewegungsursachen, die der Schüler qualitativ schon als solche kennt, benutzt er sie doch schon auf einer viel früheren Altersstufe, als wo er Physikunterricht erhält, in der mannigfaltigsten Weise zum Treiben seiner Wurfgeschosse.

Da der Lehrer möglichst von bekannten Dingen ausgehen soll, um neue Begriffe zu entwickeln, oder vielmehr, um den schon bekannten Begriffen eine präzise Fas-

<sup>9)</sup> Die beschriebenen Apparate können von dem Institutsmechanikus Herrn E. Günther, hier, bezogen werden.

sung zu geben, so hielt ich Umschau unter den Kinderspielzeugen, ob nicht dort eine passende Kraftquelle vorhanden sei. Ich fand dieselbe in der „Eureka-Pistole“, einem Spielzeug, das wohl bekannt genug ist und hier nicht beschrieben zu werden braucht. Mit Hilfe derselben konstruierte ich den folgenden Apparat:

2. Beschreibung des Apparates I. Auf einer 56 cm hohen, an dem einen Ende des Experimentiertisches festgeschraubten Holzsäule (Fig. 1), die durch einen Strebebalken möglichst gegen Verbiegung geschützt ist, ist eine „Eureka-Pistole“, deren Feder durch eine etwas schwächere Feder ersetzt ist, um ein horizontales Scharnier drehbar angebracht. Um die Neigung der Pistole beliebig verändern zu können und um die Pistole in einer bestimmten Neigung festzustellen, ist an der Pistole ein messingener Kreisbogen angebracht, der an der Holzsäule festgestellt werden kann. Nach Art des den Eureka-Pistolen beigegebenen Gummipfeils sind

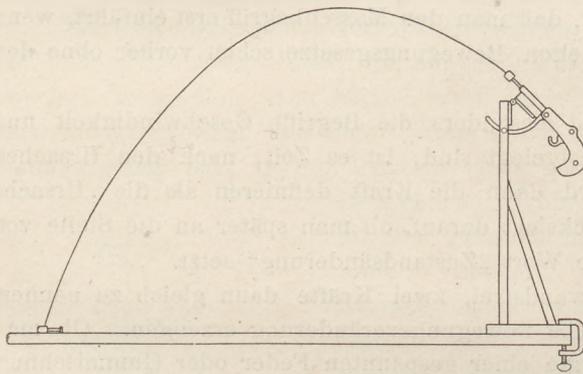


Fig. 1.



Fig. 2.

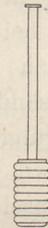


Fig. 3.



Fig. 4.

Geschosse hergestellt, die aus einem in den Pistolenlauf passenden Messingrohr bestehen, an deren aus dem Laufe herausragenden Ende Bleikugeln durch Lötung befestigt sind (Fig. 2). Die Massen der Pfeile betragen 25, 50, 100, 150, 200, 225, 400, 450 g.

Außerdem ist ein Pfeil (Fig. 3) von 25 g Masse vorhanden, der aus zwei mit Reibung ineinander passenden Messingrohren besteht, deren Enden starke kreisförmige Messingscheiben tragen. Zwischen die kreisförmigen Scheiben können Bleischeiben oder Scheiben aus anderem Material von je 25 g Masse oder von einem Vielfachen von 25 g Masse eingelegt werden, sodaß man also ein Geschoß von jeder Masse, die ein Vielfaches von 25 g beträgt, aus verschiedenem Material herstellen kann. Die Scheiben sind an ihrem zylindrischen Mantel mit Einkerbungen versehen, sodaß man von weitem die Zahl der 25 g Einheiten ablesen kann. Ferner ist noch ein Geschoß von 50 g Masse vorhanden, das an Stelle der Bleikugeln ein hohles an dem einen Ende durch eine Messingplatte, an dem anderen, vorderen Ende durch einen Gummistopfen verschlossenes Messingrohr trägt (Fig. 4). In das

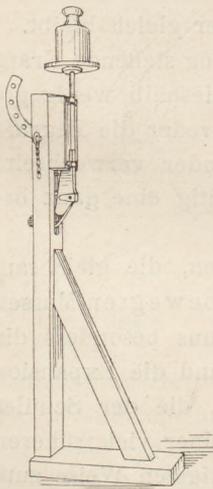


Fig. 5.

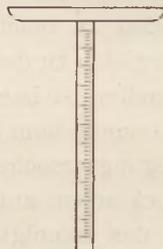


Fig. 5 a.

Messingrohr des letzteren Geschosses kann Wasser, Sand, Schrotkörner oder sonst etwas hineingetan werden. Endlich ist ein Messingstab mit daraufgelöteter größerer Wagschale (Fig. 5) von zusammen 100 g Gewicht vorhanden. Der Messingstab (Fig. 5 a) paßt ebenfalls in den Lauf der Pistole. Er ist mit einer Millimeterteilung versehen.

3. Versuchsanordnung zur kinetischen Massenbestimmung. Die Pistole wird mit einer Elevation von beiläufig  $30^{\circ}$  (Fig. 1) mit den Bleigeschossen (Fig. 2) geladen und, nachdem das Geschöß mit etwas weißer Wasserfarbe angestrichen ist, wird die Pistole losgeschossen. Es entsteht auf dem Tische ein weißer Fleck, der durch einen Kreidestrich deutlicher sichtbar gemacht wird, und der durch eine beigeschriebene Zahl angibt, welches der Geschosse bis zu dem bezeichneten Punkte geflogen ist. Man kann auch einfach das Geschöß selbst neben den Kreidestrich legen. Die Wiederholung des Schusses beweist, daß dasselbe Geschöß jedesmal bis zu demselben Punkte fliegt. Nun werden dieselben Versuche mit den Geschossen Fig. 3 wiederholt und jedesmal wird durch beigeschriebene Zahlen angegeben, ein Wievielfaches der Masse von 25 g (der vorläufig zu Grunde gelegten Masseneinheit) bis zu der betreffenden Stelle geflogen ist. Endlich wird das Geschöß, Fig. 4, mit verschiedenen Körpern, also Wasser, Schrotkörnern, Sand, Steinchen, Salz oder dergl. ganz oder teilweise gefüllt, dann wird das Geschöß mit derselben Elevation abgeschossen, und nun wird neben die markierten Einschlagspunkte ein Schälchen gesetzt, in welches die jedesmalige Füllung des Geschosses hineingeschüttet wird. Auf diese Weise erhält man eine größere Zahl von Wurfweiten, von denen mehrere übereinstimmen. Man nennt nun die Körper, welche unter dem Einflusse derselben Bewegungsursache (nämlich der gespannten Pistolenfeder) gleich weit bewegt sind, massengleich. Ein Vergleich der Gewichte massengleicher Körper beweist, daß massengleiche Körper auch gewichtsgleich sind. Es ist nun leicht, zu begründen, daß man denjenigen Körper, der das Gewicht von 1 g hat, als Masseneinheit wählt. Man sieht ferner, daß ein Körper von großer Masse weniger weit fliegt, als ein solcher von kleiner Masse.

Eine Wiederholung der ganzen Versuchsreihe oder eines Teils derselben mit anderen Elevationen der Pistole beweist, daß diejenigen Körper, welche bei der ersten Versuchsreihe massengleich waren, es auch bei der neuen Versuchsreihe sind.

Durch die beschriebene Versuchsanordnung ist es möglich, die Massen der verschiedenartigsten Körper zu vergleichen und bei der Massenvergleichung stets die kinetische Wirkung derselben Bewegungsursache als Merkmal für die Größe der Masse zu Grunde zu legen.

Daß man statt der kinetischen Massenvergleichung dann auch die statische Massenvergleichung an die Stelle setzen kann, indem man einfach das Gewicht der Körper zum Vergleich ihrer Massen heranzieht, ist nach der oben gewonnenen Erfahrung, daß massengleiche Körper auch gewichtsgleich sind, berechtigt.

4. Um die zahlenmäßige Beziehung zwischen Kraft, Masse und Bewegung herzuleiten, benutze ich einen Apparat, zu dessen Konstruktion mich folgende Überlegung führte: Ein mit immer gleicher Pulvermenge geladenes Geschütz stellt stets dieselbe Bewegungsursache für ein Geschöß dar. Würde man also zwei gleiche Geschütze, mit derselben Pulvermenge geladen, nebeneinander aufstellen, so würden zwei Geschosse von genau gleicher Beschaffenheit, aus beiden Geschützen abgeschossen, genau gleich weit fliegen. Umgekehrt kann man aus der gleichen Wurfweite der gleichen Geschosse auf dieselbe Bewegungsursache schließen.

Anstatt zwei nebeneinander stehende Geschütze zu verwenden, verwende ich ein an beiden Seiten offenes Geschützrohr, das in der Mitte das Zündloch trägt, und das von beiden Seiten mit gleichen Geschossen beladen wird. Stellt man dieses Geschützrohr in einer beliebigen Höhe über einer Horizontalebene horizontal gerichtet auf, so werden beim Losschießen des Geschützes auf beiden Seiten die beiden

gleichen Geschosse gleichzeitig herausfliegen und auf beiden Seiten in gleichen Abständen und zu gleicher Zeit den Boden oder die Horizontalebene erreichen. Da beide Geschosse also dieselbe Bewegungsänderung erfahren haben, so geht daraus hervor, daß die explodierende Pulvermenge auf beide Geschosse dieselbe Kraft hat wirken lassen. Bei einem solchen Versuche stellt sich heraus, daß das Geschütz selbst (wie auch eine einfache Überlegung sofort zeigt) unverändert auf demselben Platze stehen geblieben ist; man kann dasselbe sogar pendelnd an einem Faden aufhängen, trotzdem bewegt es sich beim Schusse nicht.

Wie gestaltet sich nun die Sache, wenn auf beiden Seiten des Geschützrohres Geschosse von verschiedener Größe, verschiedenem Gewicht oder sonstwie verschiedener Beschaffenheit abgeschossen werden? Der Versuch belehrt uns, daß das schwerere Geschöß nicht so weit fliegt, wie das leichtere. Beide schlagen aber wieder in genau demselben Augenblick auf den Tisch. Das Geschütz bleibt wieder an derselben Stelle. Aus dem Stehenbleiben des Geschützrohres kann man schließen, daß die auf die beiden verschiedenen Geschosse einwirkenden Kräfte genau gleich sind. Dieselbe Kraft erzeugt hier bei den verschieden schweren Geschossen nicht dieselbe Bewegungsänderung, da ja beide Geschosse verschieden weit fliegen. Die Ortsveränderung allein kann daher kein Maß für die Kraft abgeben. Um ein Urteil über die jetzt auftretenden Bewegungserscheinungen zu erlangen, muß man die Größe der Bewegungsänderung messen können.

Ein sehr einfaches, aber, soweit mir bekannt, für die Zeitmessung bei Versuchen noch nicht angewandtes Prinzip gestattet eine äußerst leichte und bequeme Messung: Wenn ein Körper horizontal geworfen wird, und gleichzeitig ein anderer aus derselben Höhe frei herabfällt, so kommen beide gleichzeitig auf der Horizontalebene an (bekannter Apparat von Löwy). Aus der Fallhöhe kann man mittels der Formel  $h = \frac{g}{2} t^2$  die Fallzeit  $t$  des freifallenden Körpers berechnen, dies ist zugleich die Zeit, die ein horizontal geworfener Körper bis zur Erreichung der Horizontalebene braucht. Kennt man die in horizontaler Richtung gemessene Entfernung ( $e$ ) vom Anfangspunkte der horizontalen Wurfbahn bis zum Treffpunkt der Horizontalebene, so ist die Geschwindigkeit des Körpers durch den Quotienten  $v = \frac{e}{t}$  bestimmt. Ist z. B.  $h = 54,5$  cm,  $e = 150$  cm, so errechnet sich  $t = \frac{1}{3}$  sec. und  $v = 450$  cm/sec.

Bei dem Schusse aus dem beiderseits offenen Geschützrohr ergab sich aber, daß der schwerere Körper nicht so weit flog, wie der leichtere. Berechnet man aus Wurfweite und Fallhöhe die Geschwindigkeiten, so stellt sich heraus, daß das Produkt  $m \cdot v$  für beide Geschosse dasselbe ist. Ein Maß für die gleichen Kräfte wird demnach nur durch das gleichbleibende Produkt  $m \cdot v$  gewonnen.

5. Beschreibung des Doppelgeschützes. Fig. 6 stellt das Doppelgeschütz mit den in dasselbe hineingesteckten Geschossen von 25 g und 50 g Masse in  $\frac{1}{3}$  natürlicher Größe dar, während Fig. 7 die Versuchsanordnung in verkleinertem Maßstabe wiedergibt. Das Doppelgeschütz besteht aus einem starkwandigen Messingrohr von gut 5 mm innerem Durchmesser und von 6 cm Länge. Es ist auf ein  $3 \times 6$  cm großes Messingblech, das als Fuß dient, aufgelötet. In der Mitte des Rohres ist oben ein kleines trichterförmig zulaufendes Loch, das Zündloch, gebohrt. Die trichterförmige Versenkung hat den Zweck, zu verhindern, daß die hier aufgelegten, zur Zündung dienenden Pulverkörner herunterfallen. Die Geschosse bestehen aus einem Messingstab von fast 5 mm äußerem Durchmesser und



Fig. 6.

von 5 cm Länge. Auf dem Messingstab ist ein kleiner Messingring so aufgelötet, daß er beim Einschieben des Geschosses in das Geschütz an die vordere Geschützöffnung anstößt, wenn das Ende des Stabes gerade in der Mitte sitzt. An dem anderen, aus dem Geschütz ragenden, Ende ist ein abgerundeter Bleizylinder von solcher Masse befestigt, daß das ganze Geschöß ein abgerundetes Gewicht besitzt. Von solchen Geschossen sind 2 à 20, 25, 30, 40, 50 g Masse vorhanden. Wenn man zwei der

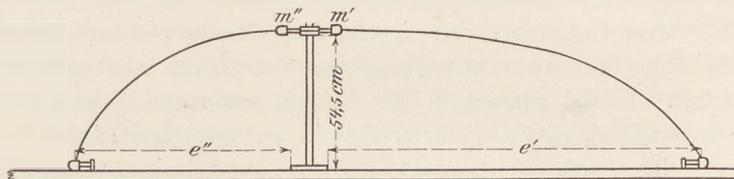


Fig. 7.

Geschosse von beiden Seiten in das Geschützrohr einführt, so stoßen sie in der Mitte zusammen, wenn die aufgelöteten Messingringe die Geschützöffnungen berühren.

Das Geschütz wird, wie Fig. 7 zeigt, lose auf einer Holzsäule mit Fuß von 56 cm Höhe aufgestellt. Die Höhe ist so bemessen, daß sich der untere Rand des in das Geschütz eingeführten Geschosses 54,5 cm über der Tischfläche befindet.

Man schüttet in das Geschützrohr, in das man ein Geschöß bis zum Anschlagring eingesteckt hat, gewöhnliches Jagdpulver und steckt dann ein anderes Geschöß in die freie Geschützöffnung hinein. Der Anschlagring dieses zweiten Geschosses soll jetzt ca. 3–8 mm von der Mündung vorstehen, sodaß also eine Pulversäule von 3–8 mm Länge abgeschlossen ist. Durch vorsichtiges Ausschütten oder Nachfüllen kann man die Ladung bequem abmessen. Durch Verändern der Pulverladung kann man die Wurfweite in weiten Grenzen verändern, doch wird man die angegebenen Grenzen innehalten, wenn man erreichen will, daß die Geschosse noch in abmeßbarer Entfernung auf dem Tische niederfallen. Darauf verschiebt man die Geschosse so, daß sie beide ungefähr gleich viel über die Mündungen herausragen, stellt das Geschütz auf die Holzsäule und schüttet einige Pulverkörner auf das Zündloch. Nun richtet man den ganzen zum Abfeuern bereiten Apparat so, daß die Längsachse des Tisches mit der Geschützrohrachse parallel ist, und entzündet das Pulver. Die Entzündung geht sehr bequem und sicher, wenn man einen einige Millimeter dicken Eisendraht in der Gasflamme zum Glühen erhitzt und dann mit dem glühenden Draht das Pulver berührt.

Damit man nach dem Schusse die Wurfweite auf dem Tische bequem erkennen kann, empfiehlt es sich, wie früher, die Geschosse kurz vor dem Abfeuern mit weißer Wasserfarbe zu bestreichen.

Der Versuch ist, wenn man die Pulvermenge nicht wesentlich größer nimmt als oben angegeben, absolut gefahrlos. Das lose auf der Holzsäule stehende Geschützrohr rührt sich absolut nicht, die Geschosse fallen auf den Tisch, fliegen dann in der Richtung der Tischachse noch weiter und fallen zu Boden.

Der Fuß der Holzsäule ist so bemessen, daß die unteren seitlichen Ränder desselben senkrecht unter den Bleikugeln der in dem Geschützrohr steckenden Geschosse sind. Deshalb ist bei der Bestimmung der Wurfweite letztere von den Rändern des Holzfußes aus zu messen.

Nach jedem Schusse muß das Geschützrohr mit Wasser ausgespült und dann ausgetrocknet werden, damit bei Wiederholung des Versuchs sich die Geschosse ohne große Reibung, die sonst durch den entstehenden Pulverschlamm verursacht würde, im Geschützrohr bewegen können. Um die Reinigung bequem und rasch (innerhalb weniger Sekunden) auszuführen, ist ein kleiner Reiniger dem Apparat beigegeben.

6. Versuchsergebnisse und Folgerungen. Von den zahlreichen Beobachtungsergebnissen sei im folgenden eine Reihe mitgeteilt, die am Tage der Niederschrift des Manuskripts von den Schülern der Prima während der praktischen Übungen selbst beobachtet und gemessen worden ist. Keineswegs ist das eine Versuchsreihe, die besonders gut stimmt, denn sie stimmen alle in genau derselben Weise.

Zwei Geschosse von 25 und 50 g Masse wurden eingeladen und abgeschossen. Der Versuch wurde mit denselben Geschossen und veränderten Pulverladungen im ganzen viermal gemacht. Die Massen seien mit  $m'$  und  $m''$ , die gemessenen Schußweiten mit  $e'_1 e'_2 e'_3 e'_4$  bzw.  $e''_1$  u. s. w. bezeichnet:

$$\begin{array}{llllll} m' = 25 \text{ g} & e'_1 = 242 \text{ cm} & e'_2 = 122 \text{ cm} & e'_3 = 314 \text{ cm} & e'_4 = 213 \text{ cm} \\ m'' = 50 \text{ g} & e''_1 = 121 \text{ cm} & e''_2 = 60 \text{ cm} & e''_3 = 158 \text{ cm} & e''_4 = 106,5 \text{ cm}. \end{array}$$

Da die Schußhöhe  $h = 54,5$  cm über der Tischfläche lag, so ergibt sich die Fall- oder Wurfzeit nach der Formel  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$  zu  $t = \frac{1}{3}$  sec. bei allen vier Versuchen.

Die den Massen erteilten Geschwindigkeiten waren also:

$$\begin{array}{llllll} m' = 25 \text{ g} & v'_1 = 726 \text{ cm} & v'_2 = 366 \text{ cm} & v'_3 = 942 \text{ cm} & v'_4 = 639 \text{ cm} \\ m'' = 50 \text{ g} & v''_1 = 363 \text{ cm} & v''_2 = 180 \text{ cm} & v''_3 = 474 \text{ cm} & v''_4 = 319,5 \text{ cm}. \end{array}$$

Hieraus berechnet sich das Produkt  $mv$  bei allen vier Versuchen zu

$$\begin{array}{llllll} m' v'_1 = 18150 & m' v'_2 = 9150 & m' v'_3 = 23550 & m' v'_4 = 15975 \\ m'' v''_1 = 18150 & m'' v''_2 = 9000 & m'' v''_3 = 23700 & m'' v''_4 = 15975 \end{array}$$

Aus diesen Resultaten erkennt man, daß das Produkt  $mv$  bei jedem einzelnen Versuche bei beiden Massen fast genau dasselbe ist. Im ersten und vierten Versuch ist die Übereinstimmung eine absolute. Im zweiten Versuch beträgt die Abweichung ungefähr 1,5 %, im dritten 0,6 %.

Es ist noch zu bemerken, daß auch das Produkt  $m \cdot e$  bei allen Versuchen konstant bleibt. Man könnte also auch dieses Produkt als Kraftmaß benutzen. Da aber die absoluten Werte von  $e$  von der Fallhöhe, also auch von der Wurfzeit abhängen, so ist es erwünscht, statt der Größe  $e$  ein solches vielfaches von  $e$  einzuführen, daß alle Versuchsergebnisse auf die Zeiteinheit zurückgeführt werden. Es ist daher berechtigt, das Produkt  $mv$  als Maß für die Kraft der explodierenden Pulvergase anzusehen.

7. Bezeichnet man eine solche Kraft, wie die in Frage kommende, welche also nur während eines kurzen Zeitraumes wirkt, mit dem Namen „Impuls“ oder „Momentankraft“, so ist das Maß derselben das Produkt aus der in Bewegung gesetzten Masse und der ihr erteilten Geschwindigkeit.

Eine einfache Überlegung gestattet, den Zeitraum, während dessen die Kraft gewirkt hat, wenigstens annähernd zu berechnen. Die Geschwindigkeit  $v$  des das Geschützrohr verlassenden Geschosses ist bekannt. Im Augenblicke der Entzündung des Pulvers hatte das Geschöß die Geschwindigkeit Null. Man kann daher, ohne einen wesentlichen Fehler zu machen, annehmen, daß das Geschöß das Geschützrohr in derselben Zeit durchlaufen hat, wie wenn es innerhalb des Rohres die gleichmäßige Geschwindigkeit  $\frac{v}{2}$  gehabt hätte. Doch darf man den Schluß nur für das leichtere Geschöß machen, da in dem Augenblicke, wo dieses das Rohr verläßt, auch für das schwerere die Triebkraft aufhört. Ist die Länge des im Geschützrohr steckenden Geschößteiles  $a$ , also in unserem Falle ungefähr 2,7 cm, so folgt, daß das Geschöß  $a : \frac{v}{2} = \frac{2a}{v}$  Sekunden im Rohr gewesen ist. Nehmen wir für  $v$  den Wert

540 cm (einen Mittelwert der Beobachtungen) an, so folgt  $t = \frac{1}{100}$  Sekunde. Würde das Geschöß, nachdem es das Geschütz verlassen hat, sofort einen neuen Impuls von derselben Größe bekommen, so würde dieser der Masse eine neue Geschwindigkeitsvermehrung von 540 cm erteilen. Denkt man sich diese Impulse immer wiederholt, so würden in 1 Sekunde 100 solcher Impulse erfolgen und der Masse im ganzen die Geschwindigkeit von  $\gamma = 54\,000$  cm erteilen. Eine solche wiederholte Aufeinanderfolge von gleichbleibenden Impulsen ist aber gleichbedeutend mit einer kontinuierlich wirkenden konstanten Kraft. Mit demselben Rechte, mit dem man vorhin den einzelnen Impuls durch das Produkt  $m \cdot v$  gemessen hat, wird man jetzt die Summe der Impulse, also die Größe der kontinuierlich wirkenden Kraft durch das Produkt  $m \cdot \gamma$  messen, wo  $\gamma$  die während einer ganzen Sekunde erzeugte Geschwindigkeit, die bei andauernd wirkender Kraft als Geschwindigkeitszunahme oder Beschleunigung bezeichnet wird, bedeutet.

Hieraus ergibt sich, daß man die konstant wirkende Kraft, also die Kraft im gewöhnlichen Sinne des Worts, durch das Produkt aus Masse und Beschleunigung zu messen hat.

In unserem speziellen Falle beträgt die von dem explodierenden Pulver ausgehende Kraft daher  $K = 25 \cdot 54\,000 = 1\,350\,000$  dyn. Dieses ist der Mittelwert der Kraft, während das Geschöß den Lauf durchheilt<sup>1)</sup>.

Die beschriebene Versuchsanordnung ist besonders deshalb bei Einführung des Kraftbegriffes einfach und verständlich, weil die in Bewegung gesetzten Massen bei jedem Versuche von genau derselben Kraft in Bewegung gesetzt werden, und weil ferner der Zeitfaktor ganz herausfällt, denn sowohl die Wirkungszeit der Kraft, wie auch die Wurfzeit (wegen des gleichzeitigen Aufschlagens der Massen auf den Tisch) ist für beide Massen dieselbe. Außerdem ist die Kraft selbst gewissermaßen masselos, denn die Masse der Pulvergase kann im Vergleich zu den geworfenen Massen vollständig vernachlässigt werden. Wenn man eine Kraft durch ein fallendes Gewicht herstellt, so muß man die Masse dieses Gewichts immer mit berücksichtigen. Das macht die Entwicklung der Begriffe unklar.

8. Messung der Energie. Bei den Versuchen mit dem Doppelgeschütz war die Zeit der Kraftwirkung auf die beiden gleichzeitig in Bewegung gesetzten Massen dieselbe, denn die Energie der gespannten Pulvergase hört für beide Massen in dem-

1) Unter gewissen Voraussetzungen kann man hieraus auf den von den Pulvergasen ausgeübten Druck in Atmosphären schließen, doch betone ich ausdrücklich, daß dieser Schluß nur hypothetischen Wert hat. Der durchschnittliche Druck der Pulvergase auf die Endfläche des Geschosses beträgt  $1\,350\,000 : 981 \text{ g}^* = 1370 \text{ g}^*$ . Da die Endfläche den Durchmesser 0,5 cm, also den Flächeninhalt 0,25 qcm hat, so würde der Druck auf 1 qcm abgerundet berechnet 7000 g d. i. 7 Atmosphären betragen. Nimmt man nun ferner an, daß dieser Druck in dem Augenblicke geherrscht hat, wo das Geschöß sich in der Mitte einer Geschützrohrhälfte befand, so hatten in dieser die Pulvergase eine Gassäule von der Länge 1,5 cm ausgefüllt. Dieselben Pulvergase hatten aber im Augenblicke der Entzündung des Pulvers eine Gassäule von 0,3 cm ausgefüllt, daher betrug im Anfange der Druck der Pulvergase das fünffache des oben berechneten, also 35 Atmosphären.

Ich lasse es dahingestellt, ob man solche Spekulationen überhaupt im Unterricht anstellen soll, darüber kann man sehr verschiedener Meinung sein. Jedenfalls sind dieselben mit der größten Vorsicht und unter ausdrücklicher Betonung ihres hypothetischen Charakters nur dann auszuführen, wenn man eine Klasse vor sich hat, bei der man nicht Gefahr läuft, daß die reinen Forschungsergebnisse durch solche interessanten (!) Überlegungen getrübt werden. Man könnte dann sogar einen Schluß wagen auf die in den großen Geschützen herrschenden Gasdrucke, wenn man die Geschwindigkeit der großen Geschosse unter Berücksichtigung der in Bewegung gesetzten Massen in Rechnung zieht. Man erhält dann Resultate, die von derselben Größenordnung sind wie die wirklichen Größen.

selben Augenblicke zu wirken auf, in dem das eine Geschöß das Rohr verläßt. Verglichen wurden aber nur die Bewegungen der gleichzeitig bewegten Massen, nicht die Bewegungen der Massen des einen Versuchs mit denen eines anderen Versuchs. Ein derartiger Vergleich ist auch nicht möglich, da es nicht möglich ist, genau gleich große Energiemengen für zwei verschiedene Schüsse im Geschütz aufzuspeichern. Wenn man auch versucht, jedesmal genau dieselbe Pulverladung zu benutzen, so stößt man dabei auf große Schwierigkeiten; die Schußweite ist auch bei den abgemessenen gleichen Pulverladungen nicht immer dieselbe. Dazu kommt, daß durchaus nicht immer derselbe Betrag der ganzen verfügbaren Energiemenge auf die Geschosse übertragen wird.

Anders liegt die Sache aber bei der „Eureka-Pistole“. Hier wird die Feder immer bis zu demselben Punkte gespannt, und die ganze Spannungsenergie wird auf das Geschöß übertragen, da das Geschöß erst dann den Lauf verläßt, wenn die Feder gänzlich entspannt ist, während bei den expandierenden Pulvergasen dieselben im Augenblicke des Verlassens des Geschosses noch einen unkontrollierbaren Betrag ihrer Spannung behalten haben. Die gespannte „Eureka-Pistole“ stellt also eine immer gleichbleibende Energiequelle dar, die ihre gesamte Energie beim Schusse an das Geschöß abgibt. Deshalb eignet sich die Eureka-Pistole für Energievergleichen.

Die Ausführung dieses Versuchs ist dem Versuche zur Massenvergleichung ähnlich. Es werden die verschiedenen Geschosse mit den verschiedenen Massen wieder aus der Pistole abgeschossen. Der wesentliche Unterschied besteht darin, daß die Pistole genau horizontal gerichtet ist. Durch diese Anordnung wird erreicht, daß die Wurfzeit, d. i. die Zeit, während welcher die Geschosse in der Luft fliegen, bei allen Geschossen gleich ist. Da nämlich die Pistole auf einer 56 cm hohen Säule steht, also der untere Rand der Geschosse sich beim Abschießen 54,5 cm hoch über dem Tische befindet, so beträgt die vertikale Bewegungskomponente 54,5 cm. Zum Durchfallen dieser Strecke braucht der Körper  $\frac{1}{3}$  Sekunde. Dieses ist also auch die Wurfzeit der Geschosse.

Versuchsergebnisse: Die Wurfweite  $e$ , horizontal gemessen, wird zusammen mit den geworfenen Massen in eine Tabelle eingetragen. Eine mit den Bleigeschossen ausgeführte Versuchsreihe ergab folgende Resultate:

$m$ in g	25	50	100	150	200	225	400	450
$e$ in cm	178	125,5	89	72,5	63	60	45	42

Zur übersichtlichen Darstellung der Gesetzmäßigkeit werden alle Größen  $m$  durch 25 und alle Größen  $e$  durch 178 geteilt. Den letzteren Quotienten schreibt man in der Form  $\frac{1}{n}$  und erhält:

$\frac{m}{25}$	1	2	4	6	8	9	16	18
$\frac{e}{178}$	1	$\frac{1}{1,42}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2,46}$	$\frac{1}{2,83}$	$\frac{1}{2,97}$	$\frac{1}{3,96}$	$\frac{1}{4,24}$

Aus dieser Tabelle ergibt sich, daß die Zahlen in der unteren Reihe die reziproken Werte der Quadratwurzeln aus den Zahlen der oberen Reihe sind. Nennt man also eine Zahl der oberen Reihe  $p$ , so kann man die entsprechende Zahl der unteren Reihe  $\frac{1}{\sqrt{p}}$  schreiben. Daraus geht hervor, daß das Produkt einer Zahl der oberen Reihe mit dem Quadrat der entsprechenden Zahl der unteren Reihe gleich „eins“ ist. Ebenso ist das Produkt aus  $m$  und  $e^2$  auch in der ersten Tabelle konstant.

Die Wurfweite  $e$  ist ein Drittel der sekundlichen Geschwindigkeit, mit welcher das Geschöß den Lauf verlassen hat. Führt man statt  $e$  die Geschwindigkeit  $v$  in das Produkt ein, so bleibt auch  $m v^2$  konstant<sup>2)</sup>. Die aus der angeführten Beobachtungsreihe berechneten Werte für  $m v^2$  sind:

$$713 \cdot 10^4, \quad 709 \cdot 10^4, \quad 713 \cdot 10^4, \quad 710 \cdot 10^4, \quad 714 \cdot 10^4, \quad 730 \cdot 10^4, \quad 730 \cdot 10^4, \quad 714 \cdot 10^4.$$

Das arithmetische Mittel aus allen 8 Beobachtungen ist

$$m v^2 = 716 \cdot 10^4.$$

Aus später ersichtlichen Gründen ist es praktisch, statt des Produktes  $m v^2$ , den halben Wert desselben, also  $\frac{1}{2} m v^2 = 358 \cdot 10^4$  als Maß für den den Massen mitgeteilten Bewegungszustand einzuführen. Dieses Produkt wird die kinetische Energie einer bewegten Masse genannt.

Der bei der Entspannung der Feder sich dortselbst abspielende Vorgang ist eine Kraftwirkung. Nimmt man vorläufig an, daß die Kraft während ihrer ganzen Wirksamkeit dieselbe Größe ( $K$ ) hatte, so war doch die Zeit ihres Wirkens in allen Versuchen verschieden, da die Geschwindigkeit, mit der die Geschosse den Lauf verlassen haben, also auch die Geschwindigkeit im Laufe selbst, stets verschieden war. Dagegen ist die Wegstrecke ( $s$ ), längs welcher die bei allen Versuchen gleiche Kraft gewirkt hat, stets dieselbe gewesen. Es erscheint daher verständlich, die Kraftwirkung durch das immer gleich bleibende Produkt  $K \cdot s$  zu messen.

Die beiden Faktoren des Produktes sind einzeln meßbar. Man richtet die Pistole vertikal mit dem Laufe nach oben und setzt den geteilten Messingstab mit Wagschale (Fig. 5) ein. Dann liest man an der Teilung ab, bei welchem Teilstriche die Mündung der Pistole steht, wenn der Messingstab mit seinem unteren Ende die Feder berührt, und ebenso, wenn die Feder mittels des Stabes ganz zusammengedrückt ist. Aus dem Abstand der Teilstriche ergibt sich die Weglänge  $s$ , längs welcher die Kraft der gespannten Feder gewirkt hat. Im vorliegenden Falle ist  $s = 5$  cm.

Um die Spannkraft der Feder zu messen, setzt man auf die Wagschale Gewichtstücke und beobachtet, daß die Länge des Einsinkens der Belastung proportional ist. Die Feder wird vollständig zusammengedrückt bei einer Belastung von 1500 g\* (einschließlich Gewicht des Messingstabes mit Wagschale). Wegen der proportionalen Zunahme der Spannkraft kann man aber annehmen, daß die Wirkung der Feder dieselbe ist, als wenn sie während ihrer ganzen Entspannung, also längs des ganzen Weges  $s$  die Belastung von 750 g\* hätte tragen können<sup>3)</sup>. Es beträgt also die mittlere Spannkraft 750 g\* oder  $K = 750 \cdot 981 = 735 \cdot 10^3$  dyn.

Jetzt berechnet sich aus den beobachteten Werten  $s = 5$  cm und  $K = 735 \cdot 10^3$  dyn das Produkt

$$K s = 368 \cdot 10^4 \text{ erg.}$$

Der berechnete Zahlenwert von  $K \cdot s$  ist nahezu vollständig gleich dem vorher berechneten Werte des Produktes

$$\frac{1}{2} m v^2 = 358 \cdot 10^4.$$

<sup>2)</sup> Der Grund für die Einführung von  $v$  an die Stelle von  $e$  ist hier derselbe, wie der bei der Berechnung von  $m v$  auseinandergesetzte.

<sup>3)</sup> Daß der Ersatz der allmählich aber proportional zu- bzw. abnehmenden Spannung durch den Mittelwert der Spannung völlig berechtigt ist, ergibt folgende Berechnung:

Beträgt die Spannung der Feder bei völlig gespannter Feder  $P$  und ist hierbei die Feder um die Strecke  $s$  zusammengedrückt, so hat die Spannung am Ende der Strecke  $\frac{s}{n}$  den Betrag  $\frac{P}{n}$

Hieraus ist zu schließen, daß der durch das Produkt „Kraft  $\times$  Weg“ bestimmte Ausdruck für die Kraftwirkung gleich ist dem Produkt „halbe Masse  $\times$  Quadrat der Geschwindigkeit“. Das erste Produkt stellt die „potentielle Energie“ der gespannten Feder, das zweite die „kinetische Energie“ der bewegten Masse dar. Es ist also der experimentelle Beweis erbracht, daß die „potentielle Energie gleich ist der durch dieselbe hervorgebrachten kinetischen Energie“.

Daß man durch Einsetzen einer stärkeren oder schwächeren Feder in die Pistole die Spannkraft derselben beliebig variieren kann, oder daß man als Triebkraft eine gespannte Gummischnur oder ähnliches benutzen kann, bedarf wohl nur des Hinweises.

Zum Schluß erwähne ich noch, daß die Versuche mit der Eureka-Pistole gewissermaßen eine Umkehrung der in d. Ztsch. *XV 268* dargestellten Versuchsanordnung von MAEY darstellen, insofern als bei der MAEYSchen Anordnung die Bewegungsenergie in Spannungsenergie umgewandelt wird, während bei der im vorliegenden Aufsatz beschriebenen Anordnung die Umwandlung der Spannungsenergie in Bewegungsenergie erfolgt<sup>4)</sup>.

## Der Foucaultsche Pendelversuch<sup>1)</sup>.

Von

Dr. **Heinrich Schnell** in Darmstadt.

Die Formel des Foucaultschen Pendelversuchs  $\beta = \alpha \sin \varphi$  ist in dieser Zeitschrift mehrfach erörtert worden. (Vergl. *XII 110*; *XIII 73, 111, 206.*) Aus diesen Aufsätzen geht hervor, daß es außer der Vahlenschen Ableitung (*XII 110*) keinen einwandfreien elementaren Beweis für die Formel gibt. Im folgenden soll eine solche gegeben werden.

Bei einer ganzen Umdrehung der Erde beschreibt ein ruhendes Pendel in der Breite  $\varphi$  mit seiner Verlängerung nach dem Erdmittelpunkte einen Kegel, dessen Spitze im Mittelpunkte  $M$  der Erde liegt (s. Fig.). Andererseits umhüllt die Horizontalebene, die durch den

und am Ende der Strecke  $\frac{K \cdot s}{n}$  den Betrag  $\frac{K \cdot P}{n}$ . Berechnet man den Wert der längs der einzelnen Teilstrecken  $\frac{s}{n}$  von der Feder bei ihrer Entspannung geleisteten Arbeit, so ergibt sich:

$$\begin{aligned} 0 \cdot \frac{s}{n} < A_1 < \frac{P}{n} \cdot \frac{s}{n} \\ \frac{P}{n} \cdot \frac{s}{n} < A_2 < \frac{2P}{n} \cdot \frac{s}{n} \\ &\vdots \\ \frac{(n-1)P}{n} \cdot \frac{s}{n} < A_n < \frac{nP}{n} \cdot \frac{s}{n} \end{aligned}$$

Durch Summierung folgt für die Gesamtarbeit  $A$

$$\frac{sP}{n} \sum_1^{n-1} \frac{1}{n} < A < \frac{sP}{n} \sum_1^n \frac{1}{n}$$

Läßt man  $n$  unbegrenzt wachsen, so folgt

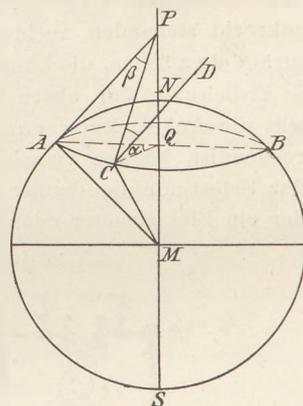
$$A = \frac{P}{2} \cdot s.$$

<sup>4)</sup> Die im obigen Aufsätze beschriebenen Apparate werden von der Firma „A. Krüß, Hamburg, Adolphsbrücke“ nach meinen Angaben angefertigt.

<sup>1)</sup> *Ann. der Redaktion.* Die obige Ableitung ist nicht von der verschieden, die Herr M. Koppe in dieser Zeitschrift *I 21, Zeile 6–12*, unter Hinweis auf Herschels *Outlines* art. 245 angedeutet hat. Sie schließt sich auch eng an das ebenda S. 20 angeführte Foucaultsche Axiom an. Wir geben der Ableitung gern Raum, da sie die erwähnte Koppesche Bemerkung, die dem Verfasser nicht bekannt war, weiter ausführt und wie diese auf Einfachheit und Strenge der Darstellung abzielt.

tiefsten Punkt der Pendelschwingung gelegt ist, einen Kegel, dessen Spitze auf der Verlängerung der Erdachse in  $P$  liegt, und dessen Grundkreis der Parallelkreis  $AB$  ist. Die in  $A$  durch den tiefsten Punkt der Pendelschwingung in der Horizontalebene nach  $P$  gezogene Gerade, die die Nordsüdrichtung auf dieser Ebene angibt, behält während der ganzen Umdrehung ihre nordsüdliche Richtung bei.

Für die Erscheinung des Foucaultschen Pendelversuchs ändert sich nun nichts, wenn wir uns die Erde stillstehend denken, dagegen das Pendel mit seiner Verlängerung den Kegel  $MAB$  beschreiben und die „Horizontalebene“ den Kegel  $PAB$  umhüllen lassen, wobei jedoch zu beachten ist — und das ist sehr wichtig —, daß die Bewegung der Horizontalebene kein einfaches Abrollen auf dem Kegel ist, sondern daß die Berührungslinie zwischen ihr und dem Kegel immer dieselbe Linie dieser Ebene bleiben muß. Die Bewegung der Horizontalebene ist daher keine einfache, sondern eine zusammengesetzte; sie läßt sich aber in zwei einfache Bewegungen zerlegen, nämlich in: 1. ein Abrollen auf dem Kegel und 2. eine Drehung um die Spitze  $P$  des Kegels. Rollt man z. B. die Ebene von  $PA$  bis  $PC$  ab, so ist noch eine Drehung um den Winkel  $APC$  nötig, damit die ursprüngliche Berührungslinie  $PA$  der Horizontalebene nach  $PC$  kommt.



Denken wir uns nun die Entfernung von  $A$  bis  $C$  beliebig klein, und betrachten wir das Verhalten der Pendelschwingungen bei der entsprechenden Doppelbewegung der Horizontalebene. Bei der ersten Bewegung, dem Auf- oder Abrollen, bleibt die gegenseitige Lage von Pendel, Horizontalebene und Richtung der Anziehungskraft der Erde unverändert, und daher auch die Richtung der Pendelschwingung zur Horizontalebene und zu einer gegebenen Richtung auf ihr unverändert, denn es ist kein Grund vorhanden, warum sich etwas ändern sollte. Schwingt z. B. das Pendel in  $A$  in der Richtung nach  $P$ , also nordsüdlich, so hat nach dem Aufrollen bis  $C$  die Schwingung des Pendels immer noch die Richtung  $AP$ . Wird jetzt aber die zweite Bewegung der Horizontalebene, die Drehung um den Winkel  $APC$  ausgeführt, so behält das Pendel seine Schwingungsrichtung bei, und in  $C$  angelangt, schwingt es in der Richtung  $CD$ , die mit der Nordsüdrichtung  $PC$  den Winkel  $PCD = APC$  bildet. Durch den zweiten Teil der zusammengesetzten Bewegung der Horizontalebene, die Drehung, wird also die Ablenkung des Pendels hervorgerufen. Die Schwingungsrichtung bleibt also nicht der Anfangsrichtung im Raum parallel, sondern nur der Anfangsrichtung auf dem aufgerollten Kegelmantel. Ist die Entfernung von  $A$  bis  $C$  beliebig groß, so denken wir sie uns aus beliebig kleinen Strecken zusammengesetzt. Für das abgerollte Stück von  $A$  bis  $C$  läßt sich jetzt die Formel in der üblichen Weise ableiten:

$$AP = r \cdot \operatorname{ctg} \varphi, \quad AQ = r \cdot \cos \varphi.$$

$$AC = \frac{AQ \cdot 2\pi \alpha}{360} = AP \frac{2\pi \beta}{360}$$

$$\beta \cdot AP = \alpha \cdot AQ$$

$$\beta = \alpha \sin \varphi.$$

Will man den Vorgang beim Foucaultschen Versuche für die Breite  $\varphi$ , ähnlich wie es für die Breite von  $90^\circ$  üblich ist, veranschaulichen, so braucht man nur den Galgen mit dem Pendel, der gewöhnlich zur Demonstration der Erhaltung der Schwingungsebene des Pendels gebraucht wird, auf das eine Ende einer horizontalen Stange zu setzen und um das andere Ende zu drehen. Es entspricht dann die Länge der Stange der Strecke  $AP$  der Figur und der Bogen, um den das Pendel fortbewegt wird, dem Bogen  $AC$ . Für den Äquator ist  $AP$  also auch die Länge der Stange  $= \infty$ , für den Pol  $= 0$ .

## Apparat zur Demonstration der Blitzschutzvorrichtungen bei elektrischen Anlagen.

Von

Dr. Penseler in Blankenese.

Der in Fig. 1 dargestellte Apparat kann dazu verwandt werden, die Wirkung der Blitzschutzvorrichtungen von Telegraphen-, Telephon- und Starkstromanlagen zu demonstrieren, deren Leitungsnetz oberirdisch angelegt ist. Der Hauptsache nach besteht er aus einem senkrecht stehenden, rechteckigen, dicken Leitungsdraht *ORTP*. Die Höhe des Rechtecks beträgt etwa 35 cm, die Länge 50 cm. Der untere auf dem Grundbrett montierte Teil *PT* stellt die Erdleitung, der obere durch die Glassäulen *S*<sub>1</sub>, *S*<sub>2</sub> und *S*<sub>3</sub> isolierte und gestützte Teil stellt die Außenleitung dar. An den 3 Stellen *AB*, *CB* und *KN*, wo die Oberleitung unterbrochen ist, können verschiedenartig gestaltete Verbindungsstücke — gerade Kupferdrähte oder Selbstinduktionsspulen — eingeführt werden; bei *KN* läßt sich auch eine Glühlampe oder ein Elektromotor oder ein elektrisches Meßinstrument einschalten.

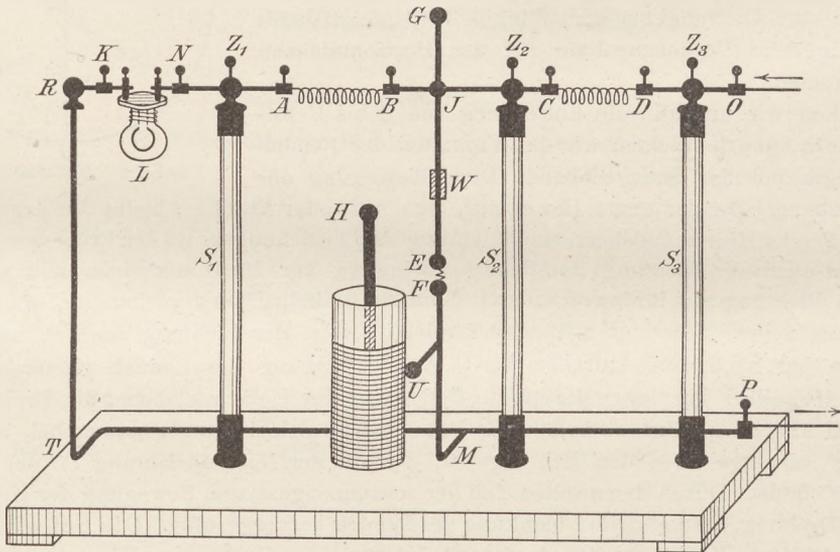


Fig. 1.

Um das Einspannen von Verbindungsstücken in den Unterbrechungen der Oberleitung zu erleichtern, sind die einzelnen Teilstücke der Leitung nach rechts und links hin zu verschieben; sie werden durch die Klemmen *Z*<sub>1</sub>, *Z*<sub>2</sub> und *Z*<sub>3</sub> festgehalten. Bei *J* und *M* gehen von der Leitung senkrechte dicke Metallstäbe ab, die in abschraubbaren Kugeln endigen. Die Stange *GE* ist nach oben und unten verstellbar, sodaß die Luftstrecke *EF* verschieden groß gewählt werden kann. Eine Schraube bei *J* verhindert das Herabgleiten der Stange. Die in der Fig. 1 zwischen *A* und *B* und *C* und *D* angebrachten Selbstinduktionsspulen sind isolierte Kupferdrähte von circa 250 Windungen mit 0,8 cm Durchmesser. Die bei den Versuchen benutzte Leydener Flasche hatte eine Glashöhe von 20 cm. Statt derselben läßt sich ebenso vorteilhaft eine Influenzmaschine verwenden.

### A. Grundversuche.

1. Man fügt zwischen *A* und *B* und *K* und *N* ein gerades Drahtstück ein, stellt die Stange *GE* so ein, daß zwischen *E* und *F* eine 3–4 mm lange Luftstrecke bleibt, verbindet *U* mit der äußeren und *G* durch einen Entlader mit der inneren Belegung einer geladenen Leydener Flasche und läßt bei *G* einen Funken auf die Außenleitung überspringen. Da in den geradlinigen Drahtstücken die Selbstinduktion durch die als Wechselstrom von hoher

Frequenz anzusehende Funkenentladung schwach, also auch der scheinbare Widerstand in der ganzen Leitung gering ist, so geht der Ausgleich der Elektrizitäten längs der Drahtleitung *JRTMU* vor sich.

2. Nun ersetzt man die geraden Kupferdrähte durch 2 Spulen von hoher Selbstinduktion und läßt wieder wie vorher bei *G* einen elektrischen Funken überspringen. Jetzt ist die Selbstinduktion in den Drahtrollen *AB* und *KN* so groß und darum der scheinbare Widerstand längs der ganzen Leitung so sehr angewachsen, daß der Elektrizitätsausgleich bei *EF* geschieht, d. h. zwischen *E* und *F* ein Funke überspringt. Zum Gelingen dieses Versuches darf die Luftstrecke *EF* nicht zu groß genommen werden, sie durfte bei meinem Apparate 5 mm nicht überschreiten, denn sonst ging der Ausgleich der Elektrizität trotz des scheinbaren Widerstandes in den Induktionsspulen doch längs der Leitung vor sich.

Auf diesem Grundversuch 2 beruhen die gebräuchlichsten Blitzschutzvorrichtungen der Schwach- und Starkstromanlagen. Sie haben den Zweck den Blitz, der in einen Leitungsdraht eingeschlagen hat, von den Apparaten — Telegraph, Telephon, Dynamo, Motor, Lampe — fernzuhalten und ihm einen bequemen und festvorgeschriebenen Weg zur Erde zu bieten. Wie der Entladungsfunke der Leydener Flasche, so ist auch der Blitz ein Wechselstrom von sehr hoher Spannung und von vielen Millionen Wechseln in der Sekunde. Schlägt der Blitz irgendwo in ein Leitungsnetz ein, so ruft er genau wie der elektrische Funke in demselben entgegengesetzt gerichtete Wechselströme durch Selbstinduktion hervor und damit einen schwer zu überwindenden scheinbaren Widerstand; er sucht sich den nächsten selbstinduktionsfreiesten Weg und zieht es vor, eine kurze Luftstrecke zu überwinden, statt längs des ganzen Leitungsdrahtes zur Erde zu fahren. Aber nicht nur der direkte Blitzschlag in einen Leitungsdraht kommt in Betracht, auch die Influenzwirkung benachbarter Blitzschläge macht sich in dem Leitungsnetz bemerkbar und kann, wenn keine Schutzvorkehrungen getroffen sind, die Apparate und Maschinen beschädigen.

### B. Die Blitzschutzvorkehrungen von Schwachstromanlagen.

1. Der letzte Versuch leitet sofort zu den Blitzschutzvorrichtungen der Telegraphen- und Telephonanlagen über. Wenn man die Enden *O* und *P* des Drahtgestelles mit den Polen einer galvanischen Batterie von nicht zu hoher Spannung verbindet und vielleicht, um das Vorhandensein eines Stromes zu zeigen, bei *KN* ein Vertikalgalvanometer einschaltet, so geht der Strom, da *E* und *F* durch eine kurze Luftstrecke von einander getrennt sind, den vorgeschriebenen Weg durch das Galvanometer d. h. durch den Telegraphenapparat. Schlägt nun der Blitz in die Außenleitung bei *G* ein, d. h. läßt man bei *G* in der beschriebenen Weise einen elektrischen Funken überspringen, so wählt der Entladungsstrom, wenn man ihm der Sicherheit halber durch eine zweite Selbstinduktionsspirale *CD* den Weg durch die Batterie versperrt hat, den kürzeren Luftweg *EF* und fährt in die Erde. Damit ist der Blitz unschädlich gemacht und die Apparate sind gegen ihn gesichert. Der für einen Moment durch den überspringenden Funken hervorgerufene Kurzschluß bei *EF* verschwindet mit dem Funken sofort

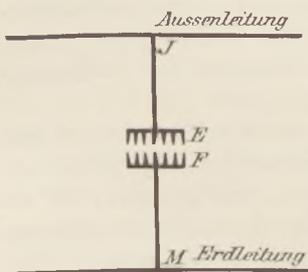


Fig. 2.

wieder, da der beim Telegraphieren verwandte galvanische Strom wegen seiner niedrigen Spannung nicht fähig ist, einen längeren Flammenbogen zu bilden. Dem Blitz erleichtert man den Übergang von der Oberleitung zur Erde wesentlich dadurch, daß man bei *E* und *F* statt der Kugeln geriffelte oder gezahnte oder mit Spitzen versehene Metallplatten anbringt. Die bei unserm

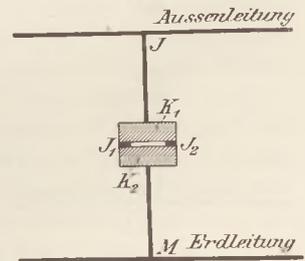


Fig. 3.

Apparate benutzten Blitzplatten haben die in Fig. 2 abgebildete Gestalt.

2. Der vorige Versuch erläutert zugleich das Prinzip des Blitzschutzes bei Telephonanlagen, denn wenn auch die äußere technische Ausgestaltung wesentlich anders als bei

Telegraphenanlagen ist, so ist doch der Grundgedanke genau derselbe. Der *Kohlenblitzableiter* der neueren Fernsprechapparate besteht aus 2 Kohlenplatten  $K_1$  und  $K_2$  (Fig. 3), die an den Rändern durch sehr dünne Isolierschichten  $J_1$  und  $J_2$  von einander getrennt sind. Die eine Kohlenplatte  $K_1$  steht mit der Außenleitung, die andere  $K_2$  mit der Erde in leitender Verbindung. Der Telephonstrom ist außerstande die Isolierschicht zwischen  $K_1$  und  $K_2$  zu überwinden, dagegen wählt die atmosphärische Elektrizität den nächsten Weg von  $K_2$  über  $K_1$  zur Erde. Dieser Kohlenblitzableiter tritt hauptsächlich in Tätigkeit bei schwachen elektrischen Einwirkungen der Atmosphäre, etwa bei Influenzwirkungen von Blitzschlägen, die in der Nachbarschaft erfolgt sind. Zur Unschädlichmachung stärkerer elektrischer Entladungen dient eine etwas längere und breitere Luftstrecke, die sich nahe dem Kohlenblitzableiter im Fernsprechapparat befindet und die dann vom Blitz beim Übergang in die Erde benutzt wird. Um das Einschlagen des Blitzes in die Telephonleitung überhaupt soviel wie möglich zu verhindern, hat man einzelne Leitungsmasten mit Auffangedrähten versehen, die etwa 20 cm über die Stangen frei herausragen und zur Erde führen.

### C. Die Blitzschutzvorkehrungen von Starkstromanlagen.

1. Grundversuch. Nicht so einfach wie bei Schwachstrom ist die Beseitigung der Blitzwirkung bei Starkstrom. Um das zu veranschaulichen, bringt man  $O$  und  $P$  (Fig. 1) mit den Polen einer Starkstromleitung in Verbindung. Der Strom entzündet die Lampe  $L$  oder treibt einen zwischen  $K$  und  $N$  eingeschalteten Motor. Wieder läßt man in der üblichen Weise einen elektrischen Funken bei  $G$  auf die Außenleitung übergehen, wieder vollzieht sich der Elektrizitätsausgleich in Funkenform zwischen  $E$  und  $F$ , wieder ist somit der Blitz geerdet, aber — und das ist der große Unterschied gegen den Schwachstrom — jetzt hat der hochgespannte Starkstrom auf der vom Blitz geschaffenen Funkenbahn  $EF$  einen widerstandsfreieren Weg gefunden, er benutzt und unterhält ihn, und die Folge dieses recht störenden Kurzschlusses ist, daß die Lampe  $L$  verlöscht oder der Elektromotor still steht und solange außer Tätigkeit gesetzt wird, als der angezündete Flammenbogen besteht. Man hebt aber sofort wieder den Lichtbogen und damit den Kurzschluß auf, wenn man die Entfernung zwischen  $E$  und  $F$  vergrößert. Das läßt sich bequem dadurch erreichen, daß man nach Lockerung der Schraube bei  $J$  den Metallstab  $GE$  nach oben schiebt. Um hierbei den Körper gegen den Starkstrom zu schützen, tut man gut, über die Metallstange ein kurzes Stück  $W$  eines Gummischlauches zu ziehen, das man dann gefahrlos anfassen kann. Nach Beseitigung des Kurzschlusses funktionieren die eingeschalteten Apparate wie vor dem Blitzschlage. Man wähle bei diesem und den folgenden Versuchen die Funkenstrecke  $EF$  der Vorsicht halber möglichst klein, denn sonst kann es vorkommen, daß der Funke trotz der Selbstinduktionsschule in der Glühlampe überspringt, da der luftverdünnte Raum der Birne den Übergang der statischen Elektrizität sehr begünstigt. Tritt ein solcher Kurzschluß innerhalb der Lampe

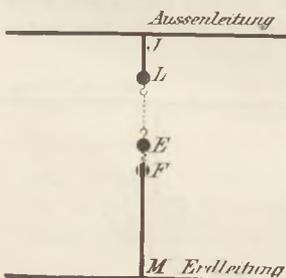


Fig. 4.

ein, so wird sie sofort zerstört. — Bei den Blitzschutzvorkehrungen der Starkstromanlagen tritt daher als notwendige Forderung hinzu, daß der durch den Blitz hervorgerufene Flammenbogen automatisch vernichtet wird. Mit dem Apparate lassen sich nun sehr gut die wichtigsten Methoden des Funkenausblasens demonstrieren.

2. Die älteste und einfachste Vorrichtung beruht auf dem gleichen Prinzip wie die sogen. Bleisicherungen elektrischer Leitungen. Man ersetzt die Kugel  $E$  durch eine andere  $L$ , die mit einem Haken versehen ist. (Fig. 4). An diesem Haken befestigt man einen kurzen dünnen Eisendraht, an dessen unterem Ende eine Metallkugel  $E$  hängt. Dann stellt man die Metallstange  $GE$  so ein, daß zwischen  $E$  und  $F$  eine etwa 3–4 mm breite Luftstrecke bleibt. Läßt man nun einen Funken der Leydener Flasche bei  $G$  auf die Außenleitung übergehen, so entsteht durch den sich bildenden Flammenbogen Kurzschluß. Der nachlaufende Maschinenstrom bringt den Eisendraht  $LE$  zum Schmelzen, und damit ist der Kurzschluß beseitigt und die elektrischen Apparate treten

nach kurzer Unterbrechung wieder in Tätigkeit. Es liegt auf der Hand, daß eine derartige Blitzschutzvorrichtung ihre großen Mängel hat, denn nachdem sie einmal funktioniert hat, ist sie außer Betrieb gesetzt, es muß eine neue Sicherung eingesetzt werden, und das ist bei einem Gewitter, wo jeden Augenblick wieder der Blitz in die Leitung einschlagen kann, so gut wie unausführbar.

3. Die elektromagnetische Funkenlöschung bedeutet gegenüber dieser primitiven Methode einen wesentlichen Fortschritt, da der Blitzableiter nach erfolgtem Blitzschlag betriebsfähig bleibt. Die beiden recht verschiedenartigen Methoden der elektromagnetischen Funkenlöschung sind durch die Figuren 5 und 6 veranschaulicht. Man erkennt als wichtigsten Bestandteil dieser Vorkehrungen einen Elektromagneten, der mittels der Metallstange  $LR$  statt der Kugel  $E$  der Fig. 1 an dem Hauptapparat angebracht ist. In Fig. 5 ist der Magnet derartig befestigt, daß seine Pole nach unten zeigen.

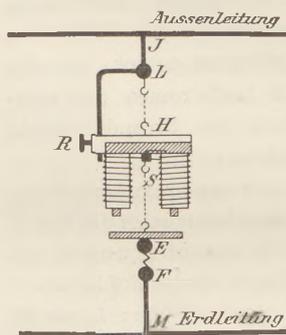


Fig. 5.

ist mit der Klemme  $R$  verbunden, das andere Ende mit dem Haken  $S$ , der in den schraffiert gezeichneten Eisenkern eingelassen ist. An dem Haken  $S$  hängt an dünner Messingkette der Eisenanker  $E$ , sodaß wieder zwischen  $E$  und  $F$  eine etwa 4 mm breite Luftstrecke bleibt. Zwischen  $L$  und  $H$  ist ein schlecht leitender, dünner Eisendraht gezogen. Ein auf die Außenleitung überspringender elektrischer Funke wählt den direkten

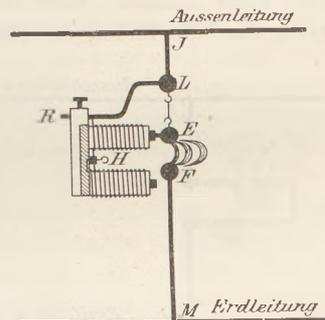


Fig. 6.

Weg  $JLHSEFM$  und ruft zwischen  $EF$  den Flammenbogen hervor. Zugleich aber nimmt ein großer Teil des Kurzschlußstromes seinen Weg durch die Windungen des Magneten und bewirkt, daß der Eisenanker von dem erregten Elektromagneten angezogen wird. Dadurch vergrößert sich die Luftstrecke  $EF$  um 1 bis  $1\frac{1}{2}$  cm, und der Flammenbogen zerreißt.

4. Wenn man den Elektromagneten durch ein etwas anders gebogenes Verbindungsstück  $LR$  in der Weise am Hauptapparat anbringt, wie es Fig. 6 zeigt, so hat man die neuere vollkommenere Art der elektromagnetischen Funkenlöschung. Man hak den Eisenanker ab, schraubt in den oberen Pol des Magneten die mit Haken versehene Kugel  $E$  und stellt den Nebenapparat durch Verschieben der Stange  $GJ$  (Fig. 1) richtig ein. Nun verbindet man noch  $E$  mit  $L$  durch einen dünnen Eisendraht. Der Ausgleich der statischen Elektrizität geht jetzt wieder auf dem kürzesten Wege  $JLEFM$  vor sich; der durch den Funken erzeugte Kurzschlußstrom fließt wieder zum größten Teil über  $L$  und  $R$  durch die Magnetwindung nach  $E$ ,  $F$  und  $M$ . Vor den Polen des erregten Magneten bildet sich ein kräftiges magnetisches Feld, dessen Kraftlinien den Flammenbogen  $EF$  aus seiner senkrechten Lage herausdrängen, ihn dadurch wesentlich verlängern und nach wenigen Augenblicken zum Zerreißen bringen. Dieser Funkenlöcher wirkt besonders deshalb sicherer, da er keine beweglichen Teile enthält.

5. Noch einfacher und dabei ebenso betriebssicher ist der Siemenssche Hörnerblitzableiter. Nachdem man den Elektromagneten entfernt und außerdem den Knopf  $F$  der unteren senkrechten Metallstange  $MF$  abgeschraubt hat, ersetzt man beide Teile durch Drahtstücke von der in Fig. 7 dargestellten Form. Die Enden  $AC$  und  $BD$  haben die Gestalt von Hörnern. Der linke Draht ist in der Messinghülse  $H$  verschiebbar, damit man die Luftstrecke  $AB$  richtig einstellen kann. Zwischen  $A$  und  $B$  springt der elektrische Funke über, sobald man die Leydener Flasche bei  $G$  entladet, und hier bildet sich der Flammenbogen  $AB$ . Nun tritt eine eigentümliche Veränderung des Flammenbogens ein, er stellt sich nämlich senkrecht zu den beiden Hörnerenden, da die einzelnen Stromstrecken nach dem Ampèreschen Gesetz sich gegenseitig abstoßen und der Flammenbogen als ein sehr biegsamer Leiter anzusehen ist. Da ferner die zwischen  $A$  und  $B$  befindliche Luft stark erhitzt wird und daher empor-

steigt, so wird der Flammenbogen infolge der elektrodynamischen Wirkung des Stromes und des nach oben gerichteten Luftstromes mehr und mehr längs der divergierenden Hörnerenden emporgetrieben und verlängert; er wird schließlich so lang, daß der elektrische Strom ihn nicht mehr aufrechterhalten kann, er zerreißt, der Kurzschluß ist nach wenigen Sekunden abgestellt, und die elektrischen Apparate treten nach kurzer Unterbrechung wieder in Funktion. Durch zwei einfache Nebenversuche kann man sich leicht davon überzeugen, daß der aufsteigende Luftstrom das Ausblasen des Flammenbogens wesentlich beschleunigt: Bringt man nämlich die 2 Metallkörner in wagerechte Ebene, sodaß sie sich wie vorher gegenüberstehen — wegen der Verschiebbarkeit der einzelnen Teile des Apparates läßt sich das leicht bewerkstelligen —, und ruft man wieder durch den elektrischen Funken Kurzschluß zwischen den Hörnern hervor, so wird zwar auch jetzt der Flammenbogen durch die abstoßende Wirkung des Stromes ausgeblasen, aber es dauert viel längere Zeit, da der aufsteigende Luftstrom jetzt nicht mithilft. Noch deutlicher zeigt man den Einfluß des erwärmten Luftstromes, wenn man die Enden der Hörner nach unten richtet, denn nun unterbleibt das Verlöschen des Flammenbogens ganz, da die Wirkung des Luftstromes der elektrodynamischen des Stromes direkt entgegen gerichtet ist.

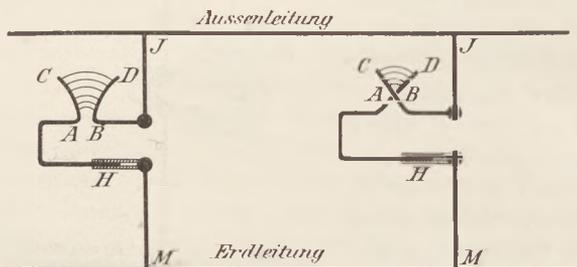


Fig. 7.

Fig. 8.

der Funke über. Das Ausblasen des entstehenden Flammenbogens erfolgt in derselben Weise wie beim Hörnerblitzableiter.

7. Der sogen. Rollen- oder Walzenblitzableiter von Siemens & Halske läßt sich ebenfalls mit unserm Apparat zur Anschauung bringen, falls man über Wechselstrom verfügt. Diese Art Blitzschutzvorkehrung, die nur bei Wechselstromanlagen verwendbar ist, beruht auf der Erfahrung, daß gewisse Metalle und Metalllegierungen sehr wenig geeignet sind, den entzündeten Flammenbogen zu unterhalten. Der Blitzableiter besteht aus 3 dicht neben einander in einer Reihe aufgestellten, isolierten Walzen aus einer Legierung von Zink und Antimon, deren Metaldämpfe wenig leitend sind. Die eine äußere Walze ist mit der Außenleitung, die andere äußere mit der Erdeleitung verbunden. Springt der Blitz zwischen diesen Walzen über, so ist die Verbindung zwischen Erde und Leitung sofort wieder unterbrochen. Das eigentümliche Verhalten, daß nur bei Wechselstrom der Blitzableiter sicher funktioniert, ist vermutlich darin begründet, daß bei Wechselstrom die Spannung periodisch durch Null hindurchgeht. Die Metaldämpfe des Flammenbogens haben daher nicht dauernd die hohe Temperatur, um genügend leitend zu bleiben, sodaß beim Wiederauftreten der Spannung der Lichtbogen sich nicht wieder entwickelt.

Die Firma Siemens & Halske hat die große Liebenswürdigkeit gehabt, mir eine solche Metallwalze zu überlassen. Ich habe mir daraus 2 kleine runde Stäbchen herstellen lassen, die ich in die Kugeln *E* und *F* (Fig. 1) hineinschraubte. Beschickte ich nun den Apparat mit Gleichstrom, so blieb der durch den elektrischen Funken hervorgerufene Flammenbogen bestehen. Bei Wechselstrom war er dagegen sofort wieder explosionsartig erloschen.

#### D. Andere Versuche mit dem Apparate.

Zum Schlusse mögen noch ein paar Versuche anderer Art erwähnt werden, die sich mit dem beschriebenen Apparat ausführen lassen.

1. Einfach und anschaulich läßt sich das Wesen der sogen. Bleisicherungen elektrischer Leitungen klar machen, wenn man die Spule *CD* (Fig. 1) durch einen recht dünnen

Eisendraht ersetzt. Sind  $E$  und  $F$  durch eine kurze Luftstrecke getrennt, so wird die zwischen  $KN$  eingeschaltete Glühlampe von dem Strom einer Batterie oder Starkstromanlage zum Glühen gebracht. Darauf stellt man Kurzschluß her, indem man die Kugel  $E$  mit  $F$  zur Berührung bringt. Der Lampe wird dadurch fast aller Strom entzogen, sie verlöscht, der Eisendraht aber schmilzt durch, da er jetzt von einem weit stärkeren Strom durchflossen wird. Eingehender läßt sich die Wirkung der Sicherungen durch einen anderen Apparat vorführen, der in No. 2, 1903, S. 84 dieser Zeitschrift näher beschrieben ist.

2. Der mittlere Teil des Apparates kann nach Entfernung der Spulen  $AB$  und  $CD$  (Fig. 1) zur Veranschaulichung der Wirkung des Blitzschlages dienen, wenn der Blitz im Innern eines Hauses auf einen schlecht leitenden und leicht brennbaren Stoff trifft. Ersetzt man nämlich die Kugel  $F$  durch eine kleine Metallschale, so wird ein sehr leicht entzündbarer Körper, beispielsweise Äther, der auf diese Schale getan wird, durch den überspringenden elektrischen Funken in Brand gesetzt. Bringt man aber  $E$  mit der Schale zur Berührung, so hat man einen Blitzableiter, es findet keine Zündung statt.

3. Wenn man die Kugel  $G$  (Fig. 1) durch eine andere ersetzt, die mit einer zur Seite gebogenen Metallspitze versehen ist, so kann der Mittelteil des Apparates sehr gut dazu verwandt werden, die elektrische Spitzenwirkung zu zeigen, wie sie in Müller-Pouillet's Lehrbuch III, S. 198 und 199 beschrieben ist. Wird die Spitze dem Konduktor einer in Tätigkeit gesetzten Elektrisiermaschine genähert, so kann man das Ausströmen der Elektrizität für folgende drei Fälle darstellen:

a) Kugel  $E$  und  $F$  berühren sich. Der Konduktor läßt sich nicht merklich laden. Die Papierstreifen eines auf den Konduktor gesteckten Papierbüschels hängen schlaff herab.

b) Zwischen  $E$  und  $F$  befindet sich eine kürzere Luftstrecke. Es springen bei  $EF$  Funken über; je länger die Luftstrecke, um so seltener, aber kräftiger sind die Funken. Der Konduktor läßt sich nur intermittierend laden, was das Papierbüschel anzeigt.

c) Die Luftstrecke  $EF$  ist so groß, daß überhaupt keine Funkenbildung mehr eintritt. Der Konduktor läßt sich laden, er bildet mit dem Apparatenteil  $GE$  gleichsam einen einzigen vergrößerten Konduktor.\*)

## Katalyse und Katatypie<sup>1)</sup>.

Von

Dr. W. Roth in Berlin.

Es war eine merkwürdige Überraschung für die Chemiker, als immer mehr Reaktionen bekannt wurden, die an die Anwesenheit von Körpern gebunden zu sein schienen, ohne daß diese Körper in den Reaktionsprodukten auftraten, oder daß ein stöchiometrischer Zusammenhang mit der Menge der Reaktionsprodukte zu erkennen war.

MITSCHERLICH studierte zuerst einen solchen Vorgang eingehend, die Bildung von Äther aus Alkohol bei Gegenwart von Schwefelsäure; er führte den Begriff „Zersetzungen und Verbindungen durch Kontakt“ ein. BERZELIUS zeigte, daß schon eine ziemlich große Zahl solcher Reaktionen bekannt war, und nannte sie „katalytisch“. Die Umwandlung von Stärke in Dextrin und in Zucker durch verdünnte Säuren und die, z. B. im Malzextrakt enthaltene, Diastase gehören hierher, ferner die durch den verdienstvollen französischen Chemiker Thénard studierte Zersetzung von Wasserstoffsperoxyd durch feinverteilte Metalle und Fibrin. Schon in diesen beiden am längsten bekannten Reaktionen macht sich ein merkwürdiger Parallelismus bemerkbar zwischen der Wirkung der allereinfachsten anorganischen und der allerkompliziertesten organischen Verbindungen, wie sie im lebenden Tier- und Pflanzenkörper gebildet werden. Dieser Parallelismus ist in neuerer Zeit immer mehr hervor-

\*) Dieser Apparat ist zu beziehen von der Firma: Ferdinand Ernecke, Mechanische Präzisionswerkstätten, Berlin S.W.

<sup>1)</sup> Auszug aus dem Habilitationsvortrag des Verfassers.

getreten; ja, einer der erfolgreichsten neueren Forscher auf diesem Gebiet, BREDIG in Heidelberg, hat seine Studien direkt unter dem Titel „Anorganische Fermente“ zusammengefaßt.

Betrachten wir einige solche katalytischen Prozesse näher. Die Darstellung von Sauerstoff aus Kaliumchlorat erfordert eine recht hohe Temperatur ( $350^{\circ}$ ) und ist dann sehr stürmisch. Durch Zusatz von Eisenoxyd, Braunstein, Kupferoxyd, Platinschnitzeln o. dergl. kann man die Reaktionstemperatur um  $100\text{--}200^{\circ}$  und mehr herabsetzen und die Entwicklung regelmäßig machen; andere Substanzen wie Natriumchlorid oder Kaliumchlorid erschweren die Zersetzung. Die Kontaktkörper bleiben dabei unverändert und ihre Wirksamkeit ist nicht an die Gegenwart einer bestimmten Menge gebunden. — Beim Titrieren von  $\text{H}_2\text{O}_2$  mit  $\text{KMnO}_4$  ist der Umsatz der beiden hohen Oxyde und die Entwicklung des Sauerstoffs oft träge, aber beim Hineinwerfen von einer Spur Platinmohr setzt die Reaktion auf das allerheftigste ein. Es ist selbstverständlich, daß keiner der reagierenden Körper und noch viel weniger die chemisch ganz indifferenten Reaktionsprodukte dem Platin etwas anhaben können. — Taucht man reines Kupfer in ausgekochte, also von höheren Oxyden des Stickstoffs befreite, konzentrierte Salpetersäure, so wird kaum Metall aufgelöst. Nach Zusatz einer Spur salpetriger Säure setzt die Reaktion ein und wird immer stürmischer, weil die Reaktion selbst den Katalysator als Nebenprodukt erzeugt. — Vollkommen trocknes Ammoniak und Salzsäure vereinigen sich nicht zu Salmiak; sobald eine Spur Wasserdampf hinzugebracht wird, tritt die Vereinigung unter heftiger Wärmeentwicklung ein. — Wasserstoff und Sauerstoff, Sauerstoff und Schwefeldioxyd vereinigen sich unter gewöhnlichen Bedingungen gar nicht oder, besser gesagt, unmerklich langsam; bei Gegenwart von fein vertheiltem Platin geht die Vereinigung aber so heftig vor sich, daß bei der ersten Reaktion sogar Entflammung auftritt, ein Umstand, der aus dem alten Döbereinerschen Feuerzeug bekannt ist. — Auch die Ausscheidung von Natriumsulfat aus übersättigter Lösung durch einen hineingeworfenen Krystall und die Kondensation übersättigter Dämpfe durch beliebige feste Körper kann man zu den katalytischen Erscheinungen rechnen.

Auf einen besonders interessanten Fall von Katalyse möchte ich ein wenig ausführlicher eingehen, nämlich den, daß eine homogene Substanz in sich selbst einen Katalysator enthält, also gewissermaßen den Todeskeim in sich trägt. Dieser merkwürdige Fall findet sich bei einigen organischen Säuren, deren Wasserstoffionen als Katalysatoren für die eigene Muttersubstanz auftreten, sodaß der Katalysator bei der durch ihn eingeleiteten Reaktion seine Muttersubstanz mehr oder weniger vollständig zerstört und selbst dabei mit verschwindet. Man hat für den Vorgang den passenden Namen „Autokatalyse“ vorgeschlagen. Die am besten studierten Fälle sind die Autokatalyse von  $\gamma$ -Oxybuttersäure und von  $\gamma$ -Oxyvaleriansäure, die unter Wasserabspaltung in die Laktone übergehen. In konzentrierten frischen Lösungen ist die Menge der umzusetzenden Säure groß, ihr Dissoziationsgrad und damit die Konzentration des Katalysators relativ klein, bei fortschreitendem Zerfall nimmt die Menge des Katalysators ab, aber langsamer als die Säurekonzentration, sodaß die Reaktionsgeschwindigkeit, die von der Menge der zersetzenden und der zu zersetzenden Substanz abhängt, sich in ziemlich komplizierter Weise ändert. Bei  $25^{\circ}$  tritt erst ein Gleichgewichtszustand ein, wenn 65% der  $\gamma$ -Oxybuttersäure und 93% der  $\gamma$ -Oxyvaleriansäure zersetzt sind. Die höheren Säuren zerfallen noch schneller und vollständiger.

Die Zahl der katalytischen Reaktionen ließe sich aus der älteren und neueren Literatur leicht ins Ungemessene vermehren. Unter den früheren Forschern hat namentlich SCHÖNBEIN, der geniale Entdecker des Ozons, eine Fülle von Reaktionen gefunden und qualitativ untersucht. Der anregendste moderne Chemiker auf dem Gebiet der Katalyse ist OSTWALD. Er stellt die Behauptung auf: es gibt keine Reaktion, die sich nicht katalytisch beeinflussen ließe, und keinen Körper, der nicht in irgend einer Reaktion die Rolle als Katalysator spielen könnte.

Wie hat man sich nun die Wirkung dieser indifferenten Substanzen, die man Katalysatoren nennt, zu erklären? BERZELIUS gab seinerzeit keine Erklärung, charakterisierte aber die katalytisch zu beeinflussenden Reaktionen richtig. LIEBIG, sein wissenschaftlicher

Antipode, glaubte, daß die molekularen Schwingungen des Katalysators mit denen der zu katalysierenden Substanz synchron wären und jene bis zum Zerfall des Körpers verstärkten, eine Annahme, die sich nicht beweisen und nicht widerlegen läßt, die aber vor allem keine Handhabe zur experimentellen Durchforschung des neuen Gebietes gibt. Sie führt, wie OSTWALD sich treffend ausdrückt, auf ein totes Geleis und hat, durch LIEBIG'S wissenschaftliche Autorität gestützt, die Forschung nur gehindert. SCHÖNBEIN glaubte, und mit ihm viele seiner Zeitgenossen, daß der Katalysator die Reaktionen aus eigener Kraft hervorbrächte. Lange Zeit half man sich mit der Annahme, daß der Katalysator mit dem zerfallenden Körper Zwischenprodukte, z. B. mit dem Kaliumchlorat höhere Oxyde bildete, die dann leichter zerfielen, als die ursprüngliche Substanz. In vielen Fällen liegt aber die chemische Unwahrscheinlichkeit, ja Unmöglichkeit dieser Annahme auf der Hand. Selbst die Isolierung eines solchen Zwischenproduktes entscheidet nichts, solange nicht bewiesen ist, daß es kein Nebenprodukt ist und daß der Zusatz des Zwischenproduktes den Vorgang erleichtert. Das Gemeinsame aller Reaktionen, die einer katalytischen Beeinflussung unterliegen, mögen sie nun die Aufhebung einer rein physikalischen Übersättigung oder die Bildung einer neuen chemischen Substanz von gleichem oder anderem Aggregatzustand sein, ist das, daß die freie Energie des Systems abnimmt, daß die Reaktionen also von selbst verlaufen oder von selbst verlaufen können. Alle katalytisch beeinflussbaren Systeme sind instabil oder metastabil. Es wäre absurd, anzunehmen, daß die oft minimale Menge des Katalysators, die zu der Quantität des Zersetzungsproduktes in gar keinem Verhältnis steht, das Energiereservoir für die Reaktion sein sollte. Vielmehr wird in den chemischen Vorgängen nur die Geschwindigkeit verändert und zwar erhöht oder erniedrigt. Da die anfängliche Geschwindigkeit oft so gering ist, daß sie sich unserer Wahrnehmung entzieht, wie bei der Vereinigung von Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser bei gewöhnlicher Temperatur, so hat es oft den Anschein, als schüfe die Katalyse ganz neue Körper. Das ist aber nicht der Fall. Daß Knallgas, ein scheinbar sehr beständiger Körper, tatsächlich ein instabiles Gebilde ist, das vom energetischen Standpunkt aus keine Existenzberechtigung hat, geht aus einer einfachen Überlegung an der Hand der GIBBS'Schen Phasenregel hervor. Demnach muß sich das Knallgas von selbst in die stabile Form, das Wasser, umwandeln. Über die Geschwindigkeit der Umwandlung läßt sich allerdings mit Hilfe keiner Theorie etwas aussagen. Wir wissen nur, daß die Umsetzungsgeschwindigkeit nicht Null ist und mit steigender Temperatur wächst. Bei etwa 300° ist die Volumabnahme erst nach Tagen wahrnehmbar, bei tieferen Temperaturen auch nach Jahren nicht; aber trotzdem findet sie statt. Es hat also nichts Verwunderliches, wenn fein verteiltes Platin das Knallgas selbst bei -20° entzündet. Wie geringe Mengen des Katalysators oft nur erforderlich sind, geht aus einem von BREDIG angestellten Versuch hervor. 0,17 mg ganz fein verteiltes, durch Zerstäuben von Platinkathoden unter Wasser dargestelltes Platin brachte in 17 Tagen bei Zimmertemperatur 10 Liter Knallgas zur Vereinigung und war noch genau so aktiv wie vorher. Wie das Knallgas ist auch das Wasserstoffsperoxyd bei den gewöhnlichen äußeren Bedingungen instabil; in reinem Zustand neigt es sogar zu gefährlichen Explosionen. SCHÖNBEIN hat eine lange Liste von Substanzen aufgestellt, welche die Zersetzung des Wasserstoffsperoxydes beschleunigen, Säfte von aller Art Pflanzen, ferner Kleber, Diastase, Hefe, Blutkörperchen, Kuhpockenlymphe u. s. w. Die Wirkung dieser Körper unterliegt denselben Gesetzen, wie die Katalyse durch Platinmohr oder durch kolloidal gelöstes Platin, wie es Bredig anwandte. Ein Grammatom solchen Platins, in 70 Millionen Litern gelöst, beschleunigt die Reaktion noch merklich. Auffallenderweise ist das Platin ebenso empfindlich gegen Gifte, besonders Blutgifte, wie die ungeformten Fermente, die Enzyme. <sup>1/100000</sup> Grammmolekül Blausäure schwächt die Wirkung des Katalysators erheblich. Nach einer Erholungspause ist die Wirkung des Gifts verschwunden.

Eine Eigentümlichkeit mancher katalytischer Erscheinungen ist ihre Periodizität. Am bekanntesten ist das „schwingende Chrom“ von OSTWALD, metallisches Chrom, dessen Auflösung in Salzsäure periodisch schwächer wird, wieder ansteigt u. s. f. Dieselbe Erscheinung,

die sich aus unbekanntem Ursachen an manchen Stücken des Goldschmidtschen Chroms von selbst zeigt, kann an jeder Probe durch den Zusatz einer minimalen Menge (0,001 %) Dextrin oder eines ähnlichen hochmolekularen Polysaccharids hervorgebracht werden. Mit der periodisch wechselnden Auflösbarkeit, die Ostwald in einer experimentell sehr feinen Arbeit eingehend studiert hat, geht eine periodische Schwankung der elektrischen Eigenschaften des Metalls, nämlich die Stellung in der Spannungsreihe, Hand in Hand. Eine andere katalytische Erscheinung, die eine deutliche Periode zeigt, hat BREDIG kürzlich untersucht, die Katalyse von Wasserstoffsuperoxyd durch reines Quecksilber, das sich dabei mit einer Oxydhaut bedeckt, die später zerreißt. Das Entstehen und Zerreißen dieses Oxydhäutchens ist mit einer regelmäßigen Schwankung der Zersetzungsgeschwindigkeit verbunden.

Man sieht, daß die katalytischen Erscheinungen ebenso überraschend wie mannigfaltig sind, und es ist klar, daß viele von ihnen in der Technik mit Erfolg benutzt werden können. Denn das Wesen der Katalyse, die Beschleunigung oder Verlangsamung eines Prozesses ohne Arbeitsaufwand, ist für viele technische Prozesse überaus erwünscht. Ferner kann man häufig die Wahl des Katalysators so treffen, daß von zwei möglichen Reaktionen die eine beschleunigt, die andere verlangsamt wird. —

Die wichtigen und zahlreichen Fälle, wo katalytische Erscheinungen im Haushalt der Natur eine Rolle spielen, sind noch wenig untersucht, entziehen sich auch oft einem genauen quantitativen Studium. Daß eine weitgehende Analogie zwischen den anorganischen Katalysatoren und den im lebenden Körper wirksamen Enzymen besteht, haben schon BERZELIUS und SCHÖNBEIN konstatiert. Noch weitgehender aber als diese Analogie sind die Schlüsse, die man früher und später aus ihr gezogen hat. Es ist ja verführerisch, wenn man bei anorganischen Prozessen auf Phänomene stößt, die der Ermüdung, der Gewöhnung, ja Fiebererscheinungen zu entsprechen scheinen, aber es ist gefährlich, auf solche Analogien großen Wert zu legen. Man hat wohl geglaubt, die Regeneration der verschiedenartigen Gewebe aus einer so komplizierten Flüssigkeit wie dem Blut durch den Hinweis einer Erklärung näher zu bringen, daß man aus einer physikalisch oder chemisch übersättigten Flüssigkeit durch verschiedene Katalysatoren die Abscheidung verschiedener Produkte auslösen kann. SCHÖNBEIN, der der zünftigen Chemie seinerzeit etwas skeptisch gegenüberstand, war der Meinung, daß die katalytischen Prozesse manche biochemischen Rätsel eher verstehen lehrten, als die chemischen Synthesen, die die organischen und physiologischen Chemiker im Laboratorium mit den schärfsten physikalischen und chemischen Mitteln, deren Benutzung im lebenden Körper vollkommen ausgeschlossen ist, zu Wege brachten. Soviel ist jedenfalls sicher, daß beim Stoffwechsel, speziell bei der Verdauung, eine Fülle von katalytischen Prozessen vor sich geht. Ein solcher Prozeß ist die schon anfangs erwähnte Hydrolyse der Stärke unter der Einwirkung von Diastase oder ähnlichen Fermenten. Diesen Prozeß führt die Pflanze täglich aus. Unter der Wirkung des Lichts bildet sie in den Chlorophyllkörpern aus der Kohlensäure der Luft und aus Wasser Stärke. Die Stärke muß in der Nacht, wo die Assimilation ruht, aus den Blattzellen fortgeführt werden, um Raum für das neue Tagesquantum zu schaffen. Die Stärke wird also jede Nacht durch Katalyse in lösliche zuckerähnliche Produkte umgewandelt. Der Zucker wird an den Vegetationspunkten zum Teil sofort verbraucht, der Überschuß als Reserve in dem Samen, den Knollen oder Stengeln als Stärke abgelagert. Dort wird die Stärke, wenn im Frühjahr die neue Vegetationsperiode einsetzt, wieder in transport- und abbaufähige Substanzen katalysiert. Es ist das ein Prozeß, den man chemisch und physikalisch verfolgen kann. Ein französischer Forscher MAQUENNE hat z. B. beim Reifen von Samen den Zellsaft an verschiedenen Punkten der Pflanze, die von der Blüte verschieden weit entfernt waren, ausgepreßt und seine Gefrierpunktserniedrigung sowie den Gehalt an Trockensubstanz bestimmt. Die erste Messung gab die Gesamtanzahl der Grammolekeln, die in 100 g Zellsaft enthalten sind; durch Kombination mit der Menge des Trockenrückstandes erhielt man direkt das mittlere Molekulargewicht der gelösten Substanzen. Dasselbe nahm zu, je mehr man sich dem Samen näherte. Umgekehrt nahm es beim Keimen der Samen mit der Zeit

ab. Bei Erbsen war es nach 6 tägigem Keimen etwa 300, nach 40 tägigem etwa 100. Man kann also den katalytischen Prozeß durch eine sinnreiche Kombination von chemischen und physikalischen Methoden zahlenmäßig verfolgen. —

Ich wende mich nun dem Gebiet der chemischen Technik zu. Eine der ältesten und wichtigsten Fabrikationszweige, die Darstellung von Schwefelsäure, beruht höchstwahrscheinlich auf einem katalytischen Prozeß. Da sich schweflige Säure von selbst, allerdings langsam, mit dem Luftsauerstoff zu Schwefelsäure umsetzt, ist der Prozeß einer katalytischen Beeinflussung zugänglich. Durch Zufall fand man, daß Salpetersäure und ihre Reduktionsprodukte die Oxydation sehr beschleunigen. Bei falscher Leitung des Prozesses kann man Zwischenprodukte isolieren, aber die schnellere Oxydation der schwefligen Säure durch den Zusatz von nitrosen Dämpfen wird durch die komplizierten Formeln, die man für die Vorgänge im Bleikammerprozeß aufgestellt hat, nicht erklärt. — Die Herstellung der rauchenden Schwefelsäure wird neuerdings nach einem Verfahren ausgeführt, dessen katalytische Natur über jeden Zweifel erhaben ist, dem von CLEMENS WINKLER in die Technik eingeführten Kontaktverfahren. Es ist denkbar einfach; man leitet die arsenfreie schweflige Säure mit Luft gemischt über einen erhitzten Katalysator und erhält direkt Schwefelsäureanhydrid, aus dem man durch Wasserzusatz Schwefelsäure von jeder beliebigen Konzentration darstellen kann. Solche Katalysatoren sind platinierter Asbest, mit Platinmohr überzogene Tonstücke, Eisenoxyd oder Chromoxyd. Neuerdings verwendet man Abfallprodukte von anderen Industriezweigen, wie Zinkabbrände. Man umgeht so die umständliche und kostspielige Konzentration der Schwefelsäure in Bleipfannen oder Platinkesseln und den nachherigen Zusatz von Schwefelsäureanhydrid. Die billige Darstellung der rauchenden Schwefelsäure ist ein enormer Fortschritt und hat manche wichtigen technischen Prozesse rentabel gemacht, sodaß die synthetisch dargestellten Produkte mit den aus natürlichen Rohmaterialien gewonnenen konkurrieren können. Die Darstellung des Chlors nach dem Deacon-Prozeß beruht ebenfalls auf Katalyse. Wenn man Salzsäure und Luft bei 400° über Ziegelsteine streichen läßt, die mit Kupfersalzen getränkt sind, und dadurch Chlor erhält, so läßt sich schlechthin keine andere Erklärung der Reaktion geben, als Zersetzung durch Kontakt oder Katalyse.

Ich komme nun zu der interessantesten und jüngsten Anwendung der Katalyse, der Katatypie. Die Wortbildung ist etwas barbarisch. Gemeint sind katalytische Prozesse, die auf photographische und phototypische Verfahren angewendet werden. Die Methoden sind, wie fast alle neueren katalytischen Untersuchungen, aus dem Laboratorium von Prof. OSTWALD in Leipzig hervorgegangen. Da die Hauptphasen des photographischen Prozesses wahrscheinlich auf Katalyse beruhen, lag es nahe, bekannte katalytische Reaktionen für die Photographie nutzbar zu machen. Die wichtigsten Substanzen, mit denen der Photograph operiert, das fein verteilte metallische Silber und in der Platinotypie das Platin, sind längst als vorzügliche Katalysatoren bekannt. Jedes photographische Negativ oder Positiv ist also als Katalysator zu benutzen und das Problem, von einem Positiv oder Negativ Kopien ohne Belichtung zu erzeugen, müßte also lösbar sein: die Lösung dieses Problems ist die Katatypie.

OSTWALDS Schüler und Assistent GROS hat eine Fülle von katatypischen Methoden erdacht und durchgearbeitet. Man kann die photographische Platte direkt zur katatypischen Bilderzeugung benutzen oder praktischer Zwischenreaktionen einschalten. Ein direkter Prozeß ist z. B. folgender: Pyrogallol wird durch schwache Oxydationsmittel langsam oxydiert und nimmt dabei eine braune Farbe an. Platin oder Silber in fein verteiltem Zustand beschleunigt die Oxydation. Preßt man also ein photographisches Positiv auf ein mit Pyrogallol und einer schwach oxydierenden Lösung wie z. B. einer Kaliumbromatlösung getränktes Papier, so erhält man nach einiger Zeit ein seitenverkehrtes, rotbraunes Positiv, das sich aber schlecht fixieren läßt. Würde man das Pyrogallol nicht entfernen, so würde die Oxydation auch an den nicht mit Platin behandelten Stellen langsam eintreten, oder, besser gesagt, fortschreiten; außerdem geht die Reaktion zu langsam, und sie durch einen zweiten Katalysator wie Kupferchlorid nochmals zu beschleunigen, ist aus anderen Gründen nicht angängig.

Viel eleganter und vielseitiger ist die Katatypie bei Einschaltung von Zwischenreaktionen. Als geeignetstes Reagens erwies sich das Wasserstoffsperoxyd. Übergießt man ein Negativ mit einer 1—2 prozentigen ätherischen Wasserstoffsperoxydlösung, so zersetzt sich das Wasserstoffsperoxyd nach dem Abdunsten des Äthers an den Stellen, wo feinverteiltes Metall vorhanden ist, die also im Gegenstand den hellen Partien entsprechen. Da der Katalysator proportional seiner Menge wirkt, erhält man also ein genaues unsichtbares Positiv von Wasserstoffsperoxyd. Dieses unsichtbare Bild kann man durch Pressen auf Gelatinepapier übertragen und nun mit jeder oxydablen Substanz, die beim Oxydieren ein farbiges Produkt gibt, entwickeln, d. h. sichtbar machen. Ferrosalz gibt also ein gelbbraunliches Bild, das mit Ferrocyankali blau, mit Gallussäure schwarz-violett wird, d. h. Tinte gibt. Aus ammoniakhaltigen Mangansalzlösungen entsteht Mangansperoxydhydrat, das mit Anilin das beständige Anilinschwarz gibt. Das Wasserstoffsperoxyd kann aber nicht nur oxydieren, sondern auch reduzieren. Entwickelt man z. B. mit rotem Blutlaugensalz und einem Kupfersalz, so wird das entstehende Ferricyankupfer zu unlöslichem rotbraunen Ferrocyankupfer reduziert. Da der Katalysator laut Definition an der chemischen Reaktion nicht teilnimmt, kann man dieselbe Platte beliebig oft benutzen. Man hat hier ein weites Versuchsfeld vor sich und kann Bilder in jeder Farbe erzeugen, da jede Farbennuance in irgend einem chemischen Produkt organischer oder anorganischer Natur vorkommt. Eine große Annehmlichkeit bei der Katatypie ist es, daß die Originalnegative nicht mehr durchsichtig zu sein brauchen; man ist also nicht mehr an die Benutzung der schweren und zerbrechlichen Glasplatten und der leicht verderbenden Celluloidfilms gebunden, sondern kann die lichtempfindliche Schicht auf jedes beliebige, bequeme Material, wie z. B. Papier, auftragen!

Durch einen katalytischen Kunstgriff kann man auf einer gewöhnlichen photographischen Bromsilberplatte mit einem Negativ nach Belieben ein seitenverkehrtes Positiv oder Negativ erzeugen, je nachdem man die das Bild aufnehmende Platte vorher im ganzen belichtet oder nicht. Für die Mannigfaltigkeit der möglichen Kombinationen möchte ich noch ein Beispiel geben, das zeigt, wie man ohne jede Lichteinwirkung beliebig viele Bilder herstellen kann. Man bestreicht Papier mit einer verdünnten Permanganatlösung, es entsteht braunes Mangansperoxydhydrat; auf die braune Fläche zeichnet man den abzubildenden und zu vervielfältigenden Gegenstand mit einer oxalsäurehaltigen Lösung. Die Oxalsäure reduziert das Mangansperoxyd, nun übergießt man das Papier mit Wasserstoffsperoxyd, dann wirken die Linien der Zeichnung nicht ein, während das Mangansperoxyd an den anderen Stellen das Wasserstoffsperoxyd katalysiert.

Da Wasserstoffsperoxyd oder die durch Wasserstoffsperoxyd erzeugten Peroxyde der Schwermetalle Leim, Gelatine, Gummi und ähnliche Substanzen gerben, d. h. ihnen die Quellfähigkeit und Löslichkeit nehmen, aber die Eigenschaft Druckerschwärze festzuhalten nicht beeinflussen, genau wie Chromat unter der Einwirkung des Lichts, so lassen sich alle photomechanischen Druck- und Reproduktionsverfahren ohne Ausnahme mittels katatypischer Prozesse ausführen und zwar schneller und billiger, als nach den bisherigen Verfahren. Mit Hilfe eines Negativs einen tadellosen Gummidruck herzustellen, nahm bei der Vorführung der Katatypie durch den Entdecker nur wenige Minuten in Anspruch.

Es ist selbstverständlich, daß die Methoden noch nicht in allen Einzelheiten einwandfrei arbeiten; manche Details haben die Entdecker aus leicht verständlichen Gründen nicht angegeben, sodaß Versuche, die Experimente nachzumachen, nicht immer befriedigende Resultate ergeben haben. Aber es ist zu erwarten, wenn die Probleme vollständig durchgearbeitet sind, daß namentlich die photomechanischen Methoden durch die Anwendung der Katalyse erheblich umgestaltet, vereinfacht und verbilligt werden. Und diese jüngste Nutzbarmachung von physikalisch-chemischen Methoden und Prozessen durch deutsche Forscher ist ein neues Zeichen dafür, daß die physikalische Chemie, so theoretisch und abstrakt sie scheinen mag, doch sehr wohl zu überraschenden und verwertbaren praktischen Folgerungen führt.

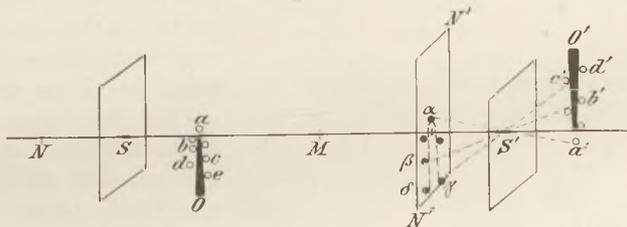
### Kleine Mitteilungen.

#### Ein Gegenstück zum Sehen mittelst enger Öffnungen.

Von J. Jung in Sternberg.

Der XIII. Jahrgang dieser Zeitschrift enthält einen Aufsatz von mir über „das Sehen mittelst enger Öffnungen“ (S. 323f.), in welchem eine einfache geometrisch-optische Erklärung jener merkwürdigen Erscheinungen gegeben ist, die für das (nicht jeweilig akkommodierte) Auge hervorgerufen werden, wenn es Licht von einer kleinen Schirmöffnung (punktförmigen Lichtquelle) erhält, wobei ein kleiner Körper (Nadelspitze) irgendwo in den Strahlengang gebracht ist. Es sei hier an einen der mannigfachen möglichen Fälle angeknüpft: Blickt man ohne Akkommodationszwang auf einen für das deutliche Sehen zu nahen Schirm mit kleiner Öffnung, jenseits dessen ein heller Hintergrund sich befindet, so zeigt sich eine mattenleuchtete Kreisfläche; hält man zwischen Schirmöffnung und Auge eine Nadelspitze, so erscheint sie dunkel und ziemlich scharf begrenzt in dem hellen Feld, jedoch verkehrt. Nun mache man folgenden Versuch: Auf einer weißen Papierfläche befinde sich ein schwarzer „Punkt“, richtiger ein kleiner schwarzer Fleck. Ist das Auge so nahe, daß er nicht deutlich gesehen werden kann, so hat man den Eindruck einer kleinen, mehr oder weniger dunklen Kreisfläche, eine Folge des Entstehens eines reellen Punktbildes hinter der Netzhaut und der Begrenzung des Strahlenganges durch die runde Pupille. Befindet sich aber eine (aufrecht gehaltene) Nadelspitze noch näher am Auge, so erscheint sie sonderbarerweise weiß und verkehrt im dunklen Kreisfelde.

Offenbar wäre es keine zureichende Erklärung, wenn man sagte, man habe eben den vorher erwähnten Fall vor sich, nur sei die dort leuchtende Schirmöffnung ersetzt durch eine schwarze, der schwarze Schirm durch einen leuchtenden, sodaß jetzt ein schwarzes Feld mit weißer Umgebung und daher auch weißen Bildern entstehen müßte, da ja im vorhin angeführten Falle auch Umgebung und Bild in der Dunkelheit übereinstimmten. Vielmehr ist ein schwarzer Punkt ja kein Strahlencentrum, ein solches ist hier garnicht vorhanden. Der Enderfolg ist allerdings so, daß in der geometrischen Konstruktion schließlich eine Übereinstimmung sich zeigt; die Berechtigung der im früheren Falle brauchbaren Konstruktion muß jedoch erst durch neuerliche Verfolgung der Bilderzeugung im Auge sich erweisen.



Behufs größerer Allgemeinheit sei angenommen, daß das Auge auf einen Punkt  $N$  im Endlichen akkommodiert ist. Wie in der angeführten früheren Arbeit wollen wir  $N$  den „Deutlichkeitspunkt“ nennen, da die Ebene durch ihn normal zur Augenachse ihr deutliches reelles Bild auf der Netzhautebene  $N'N'$  hat (s. Fig.).  $M$  sei der optische Mittelpunkt des Auges. Ist der schwarze Punkt  $S$  auf weißem Felde dem Auge näher als  $N$ , so muß man das reelle Bild von  $S$  hinter der Netzhaut in  $S'$  annehmen. Noch näher dem Auge sei das Objekt  $O$ , etwa die Nadelspitze. Ihr reelles Bild müßte noch hinter  $S'$  entstehen, in  $O'$ . Es empfiehlt sich nun, gerade den weißen Schirm mit  $S$  als „Objekt“ und die nicht leuchtende Nadelspitze als umgeben von unendlich vielen „Öffnungen“, z. B.  $a, b, c, \dots$ , anzusehen.  $b$  befindet sich diesseits der Papierebene,  $c$  jenseits, desgleichen  $d, e$  u. s. w. Diese „Öffnungen“ bilden sich an den Rändern von  $O'$  ab, in  $a', b', c', \dots$ , und jede derselben läßt von  $S$  ein „Bild“ auf der Netzhaut entstehen, so, als blickte das Auge durch die betreffende gedachte Öffnung auf das Objekt  $S$ . Denken wir an die Öffnung  $a$  allein, so haben wir das Bild  $S'$  von  $a'$

<sup>1)</sup> Der Versuch, an den die obige Mitteilung anknüpft, ist bereits von Tissandier (La Physique sans appareils, p. 138) bekannt gemacht, und danach in der Prakt. Physik 3, 108 (1890), in den Period. Bl. 6, 119 (1901) und von Weiler in seinem Physikalischen Experimentierbuch S. 94 beschrieben worden; doch fehlte es bisher an einer gründlichen Erörterung der Erscheinung. D. Red.

aus auf  $N'N'$  zu projizieren, denn nur solche Strahlen der weißen Ebene um  $S$  tragen zu der von  $a$  zugelassenen Abbildung um  $S'$  bei, deren optisch entsprechende Strahlen auf  $a'$  zu sich bewegen. So entsteht wegen der kleinen Öffnung  $a$  ein lichtschwaches Bild des Schirmes auf der Netzhaut mit dem schwarzen Punkte  $a$  inmitten des weißen Schirmbildes. Vom Öffnungsbilde  $b'$  projiziert sich  $S'$  nach  $\beta$ , von  $c'$  nach  $\gamma$ , und so reihen sich die schwarzen Bildpunkte um ein dem Nadelbild  $O'$  ähnliches Gebiet, das allen lichtschwachen Netzhautbildern — herrührend von den unendlich vielen Öffnungen um  $O$  — des weißen Schirmes gemeinsam, daher vollkommen weiß ist, während die Schwärze der umgebenden Punkte  $\alpha, \beta, \dots$  keine völlige sein kann, weil z. B. das schwache Weiß des von  $b$  herrührenden Bildes den absolut schwarzen Fleck  $\alpha$  überdeckt, was ebenso bezüglich  $c, d, \dots$  gilt. Wie man sieht, ist das weiße Nadelbild aufrecht, aber eben darum wird es vom Auge als verkehrt empfunden.

Läßt man das Objekt  $O$  am bisherigen Platze, entfernt jedoch den Schirm  $S$  über den Deutlichkeitspunkt hinaus, so tritt  $S'$  vor die Netzhaut, und das Projizieren von  $a', b', \dots$  aus liefert schwarze, ein weißes Nadelbild umrahmende Punkte  $\alpha, \beta, \dots$  auf derselben Seite der Augenachse, auf welcher  $O'$  liegt; das weiße Nadelbild erscheint dann aufrecht. Es ist zu bemerken, daß der schwarze Punkt nicht zu klein sein darf, besonders dann nicht, wenn er über den Deutlichkeitspunkt hinausrückt. Bringt man auch die Nadelspitze  $O$  jenseits  $N$  an, doch diesseits des Schirmes  $S$ , so befindet sich auch  $O'$  vor der Netzhaut, zwischen derselben und  $S'$ ; man erkennt leicht, daß dies an dem Aufrechtsehen der weißen Nadelspitze nichts ändert.

### Drei Elektroskope einfacher Konstruktion.

Von **W. Weiler** in Eßlingen.

#### 1. Ein Elektroskop mit Horizontalpendel.

Der Messingdraht  $M$  (Fig. 1) ist etwa 22 cm lang, 3 mm dick und trägt oben eine Messingkugel oder eine Messingplatte. Durch zwei Bohrlöcher in demselben ist der nach dem Bild

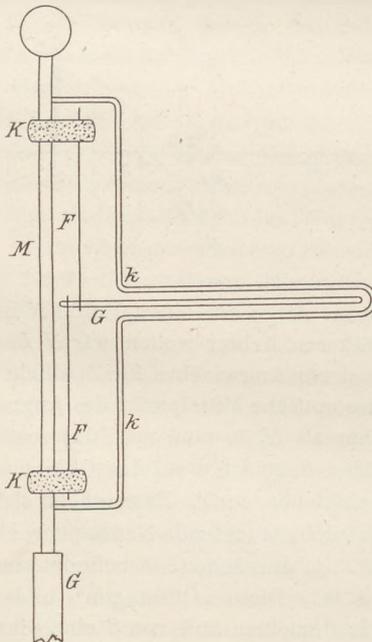


Fig. 1.

gebogene Kupferdraht (Messing- oder verzinkter Eisendraht) von  $1\frac{1}{2}$  mm Dicke gesteckt und eingienietet oder eingelötet. Dieser Draht muß mit seiner Schleife möglichst genau in derselben Ebene liegen. Durch die mit der Feile abgerundeten und später schellackierten Korke  $KK$  sind die austordierten Baumwollfäden  $FF$  gezogen und an den horizontal gerichteten Grashalm von 10 cm Länge geknüpft. Durch Verschieben der Korke und Auf- und Abziehen der Fäden bringt man den gut getrockneten Grashalm genau in die Mitte zwischen die Schleife. Die Empfindlichkeit des Apparates kann gesteigert werden, wenn man die Knüpfstellen am Grashalm zusammenrückt, die Baumwollfäden länger nimmt und durch Hanffasern ersetzt. Ein Glasschutz ist dann unentbehrlich. Den Messingdraht  $M$  kittet man mit Siegelack in eine Glasröhre und diese in das Grundbrett. Doch kann man auch den Messingdraht durch die Glasröhre hindurchführen, unten an denselben einen Seitendraht mit kleiner Messing- oder Kupferkugel anlöten und durch diesen Draht die Elektrizität zuführen. Das Grundbrett erhält dann 3 Stellschrauben, sodaß der Zuleitungsdraht frei schwebt. Um die Ab-

lenkungen des Grashalmes sichtbar zu machen, schlitzt man ihn am Ende auf und schiebt und kittet horizontal ein kleines Stück Seidenpapier ein.

Befestigt man am untern Teil der Drahtschleife einen horizontalen Halbkreis aus dünnem Glimmer, dessen Teile mit Tusche sichtbar gemacht werden, so hat man ein sehr empfindliches Elektrometer.

Sehr empfindlich wird das Instrument, wenn man einen zweiten Draht parallel zu  $M$  isoliert aufstellt, darauf in der Höhe des Grashalmes unter Schraubenkopf drehbar einen dünnen Draht dem Grashalm annähernd parallel anbringt und diesem Draht die andere Elektrizität zuführt. Je nach der Stärke der nachzuweisenden Elektrizitäten stellt man diesen horizontalen Draht dem Grashalm mehr oder weniger nahe. Bei dieser Anordnung wirken Abstoßung und Anziehung zusammen, erzeugen also nahezu doppelte Empfindlichkeit.

### 2. Ein Elektroskop mit zwei Fäden.

Ein Kupferdraht von  $1\frac{1}{2}$  mm Dicke ist nach der Fig. 2 in einer Ebene gebogen. Die Enden  $E$  des Drahtes sind umeinander geschlungen und verlötet. Das eine Ende ist abwärts gebogen und in eine Glasröhre  $Gl$  eingekittet, das andere Ende ist aufwärts gebogen und zur Kreisschleife  $S$  vollendet. Die zwei Seitenbiegungen sind um die Korke  $KK$  so geschlungen, daß diese in den Schlingen fest sitzen. Durch diese Korke werden zwei Hanffasern  $HH$  parallel und mit sehr feiner Nadel durch den Grashalm  $G$  gezogen und dort, wenn der Grashalm in der Mitte zwischen den Schleifen schwebt, mit Gummiarabikum festgekittet. Nähert man der Kreisschleife  $S$  einen elektrischen Körper, so weicht der Grashalm in vertikaler Ebene ab. Die Empfindlichkeit des Apparates wächst mit der Länge des Grashalmes und mit der Feinheit, Nähe und Länge der Hanffasern. Will man das Umschlingen der Korke umgehen, so steckt man diese in Messingröhren und lötet an diese die Drähte an.

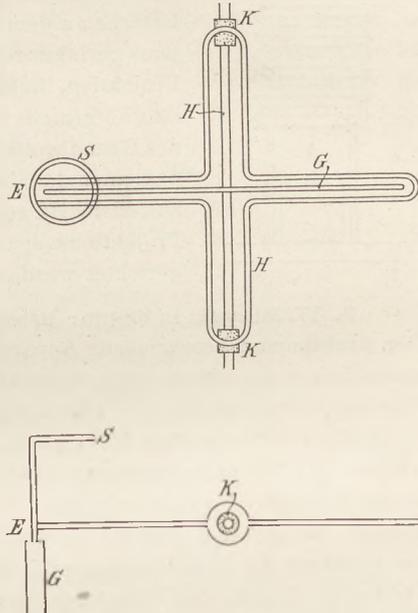


Fig. 2.

### 3. Ein Elektroskop mit zwei Zeigern.

Die Schleife  $M$  (Fig. 3) besteht aus Messingblech von  $\frac{1}{2}$  mm Dicke und 5 bis 10 mm Breite; sie ist etwa 10 cm lang und in der Mitte durchbohrt. An die Enden ist der Messingdraht  $M_1, M_1$  gelötet und dieser wie im vorigen Elektroskop um einen Kork  $K$  geschlungen. An  $M_1, M_1$  ist ein Draht mit der Schleife  $S$  gelötet. In die untere Hälfte des Messingbügels  $M$  ist der um den Kork  $K_1$  geschlungene Draht eingesteckt und eingelötet. Zwischen  $K$  und  $K_1$  sind durch die Grashalme  $G$  und  $G_1$  zwei parallele Hanffasern  $HH$  gezogen und gespannt oder auch nur ein austordierter dünner Baumwollfaden.

Legt und kittet man auf die obere Hälfte des Messingbügels eine mit Kreisteilung versehene dünne Glimmerplatte, so hat man ein sehr empfindliches Elektrometer.

Dieser Apparat hat Ähnlichkeit mit einem Galvanoskop und Galvanometer. Bei diesen wirkt Magnetismus, bei jenen statische Elektrizität.

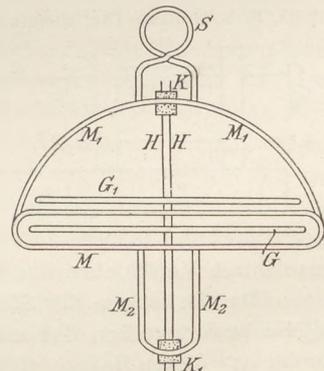
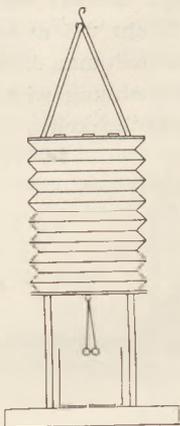


Fig. 3.

## Versuche mit einfachen Mitteln.

8. Fr. Schütz in Cuxhaven: **Papierlaterne zum Nachweis der Abhängigkeit der elektrischen Spannung von der Oberfläche.** Eine der bekannten zylindrischen Papierlaternen, die sich zusammenklappen lassen, wird mit ihrem Boden zur Versteifung auf ein Brettchen von entsprechender Kreisform geleimt. An dieser neuen Grundfläche befestigt man zwei Stangen aus Siegellack oder besser Glas als Isolierfüße, die wiederum auf einem Grundbrett stehen. An zwei diametrale Punkte der oberen Kreisringfläche knüpft man die Enden eines Zigarrenbandes und klemmt an den Rand der inneren Kreisfläche äquidistant drei Bleiblech-

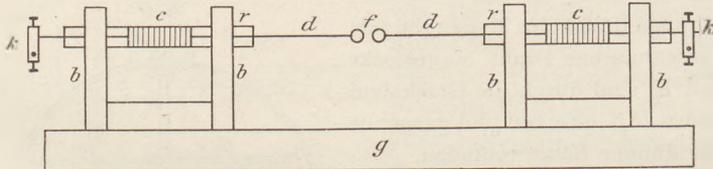
stücke, deren Gewicht hinreichend ist, die Laterne zusammendrücken. Um das Divergieren des Pendels in der Ebene der Isolierfüße zu erzwingen, ist es gut, einen U-förmigen Leiter aus 2 cm breitem Blech zu schneiden und ihn zwischen den Füßen auf das Grundbrett zu schrauben. Derselbe reicht nur so hoch, daß die Kugeln des Pendels beim Divergieren nicht mehr dagegen schlagen können. Lädt man nun den Apparat mit der Elektrizität einer geriebenen Hartgummistange, so divergiert das Pendel. Zieht man dagegen die Laterne an dem Zigarrenbände nach oben auseinander, so wird die Divergenz geringer resp. gleich Null. Der Apparat eignet sich übrigens auch zur Projektion, indem er zwischen Kondensator und Objektiv der Projektionslaterne gestellt wird. Für diesen Fall ist zu empfehlen, die Abmessungen des Grundbretts den Gleitschienen des Projektionsapparates gleich anzupassen und unbedingt den U-förmigen Leiter zwischen den Füßen aufzustellen, da sonst die Kugeln des Pendels durch die Metallteile des Projektionsapparates meist parallel zur Achse desselben, statt senkrecht gerichtet werden.



#### 9. W. Milewski in Stettin: Demonstration der stehenden elektrischen Wellen auf Drähten.

Der nachstehend beschriebene Apparat, dessen Herstellung nur geringe Mühe erfordert, gestattet schon mit einem Funkeninduktor von 1 cm, ja sogar schon von 8 mm die bekannten Versuche vorzunehmen und eine kleine Geißler-Röhre schön zum Leuchten zu bringen.

Zwei dünnwandige Glasröhren  $r$  von 10 cm Länge und 6 mm äußeren Durchmessers werden zu Röhrenkondensatoren ausgebildet. Zu diesem Zwecke bewickelt man etwa 1,5 mm starke Messing- oder Kupferdrähte  $d$  von je 17 cm Länge mit einem je 3 cm breiten Stanniolstreifen, welcher die innere 3 cm breite Belegung der Röhren bilden soll in der Stärke, daß der Draht mit der Bewickelung in die Röhre hineingeschoben werden kann. Die Drähte werden auf beiden Enden der Glasröhren mit Siegellack festgekittet, damit eine Verschiebung der inneren Belegungen, welche in der Mitte der Röhren angeordnet werden, nicht stattfinden kann. Auf die kürzeren etwa 1 cm aus den Röhren herausragenden Drahtenden werden kleine Drahtklemmen  $k$  zur Aufnahme der zum Induktorium führenden Drähte angebracht. Die längeren etwa 6 cm herausragenden Enden, welche einander zugekehrt sind, versieht man mit kleinen Bleikugeln, wobei Rehposten gute Dienste tun. Nun wird die äußere Belegung  $c$  von Stanniol in 3 cm Breite um die Röhren festgeklebt. Die beiden Röhren werden durch die 6 mm weiten Bohrungen der kleinen Böcke  $b$  hindurch-



geschoben und letztere auf ein Grundbrett  $g$  festgeschraubt. Die Funkenstrecke  $f$  reguliert man durch Verschieben der Glasröhren.

Das Befestigen der 3,5 m langen, 0,8 mm starken Drähte an den Apparat wird in der Weise bewerkstelligt, daß man die Enden dieser Drähte zu länglichen Schleifen zusammendrehet, aus diesen Haken bildet und über den äußeren Belegungen an die Glasröhren anhakt. Die Befestigung der entgegengesetzten Enden der Drähte geschieht in derselben Weise über einer gemeinschaftlichen etwa 30 cm langen und 8 mm starken Glasröhre, welche ähnlich wie die Röhrenkondensatoren montiert werden kann.

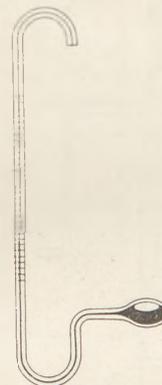
Mit dieser einfachen Vorrichtung kann man auf der angegebenen Drahtlänge zwei Knotenpunkte durch Verschieben des Drahtbügels nachweisen, wobei das Leuchten der am Ende der Drähte in bekannter Weise befestigten Geißlerschen Röhren gut sichtbar wird.

Auch als Sender für Funkentelegraphie kann diese Vorrichtung auf kurze Entfernungen benutzt werden. Die Wirkung wird durch Anbringen von Senderdrähten an die äußeren Belegungen der Kondensatoren verstärkt.

## Berichte.

### I. Apparate und Versuche.

**Das Mundbarometer.** Von P. GRÜTZNER (*Ann. d. Physik* 9, 238; 1902; vergl. auch *Mitteilungen d. Deutsch. u. Österr. Alpen-Ver.* 1895, S. 157). Der Apparat schließt sich im Prinzip an die in dieser Zeitschrift (XIV, 95 und 353) beschriebenen Luftbarometer an. Er besteht aus einer flachen, hohlen Glasugel (s. Figur), in die ein beiderseits offenes, zuerst gekrümmtes, dann gerades Glasrohr einmündet. In der Kugel wird durch gefärbtes Paraffinöl ein kleines Luftvolumen abgeschlossen. Bringt man die kleine Glaskugel unter die Zunge, so dehnt sich das Luftvolumen aus und treibt die Flüssigkeit in dem aufwärts gekrümmten Glasrohr nach oben. Mit Hilfe eines kleinen Bleipendels kann dieses genau senkrecht gestellt werden. Da die Temperatur unter der Zunge ziemlich konstant etwa  $36,7^{\circ}$  beträgt, so ist die Höhe, bis zu der die Flüssigkeit steigt, nur von dem Luftdruck abhängig. Die Steighöhe kann mit einem Handspiegel leicht abgelesen werden; zu dem Zwecke trägt das kalibrierte Rohr Zahlen in Spiegelschrift. Der Verf. gibt eine Reihe von Beobachtungen, die bei verschiedenem Wetter und in verschiedenen Höhen im Sommer 1901 mit dem Mundbarometer und gleichzeitig mit einem guten Aneroid gemacht wurden; 0,74 mm des Mundbarometers entsprachen etwa 1 mm des Quecksilberbarometers. Abgesehen von kleinen, durch gelegentliche zu hohe oder zu geringe Werte der Zungentemperatur (nach besonders starker Erhitzung oder Abkühlung) veranlaßten Unregelmäßigkeiten, folgte das Mundbarometer durchaus dem Steigen und Fallen des Aneroids, sodaß es zwar kein Präzisionsinstrument, aber immerhin einen durchaus brauchbaren und sehr bequem zu benutzenden Apparat darstellt. Das Instrument ist durch Herrn Universitätsmechaniker Albrecht in Tübingen zu beziehen.



Schk.

**Vakuumenthermoelemente als Strahlungsmesser.** Von P. LEBEDEV (*Ann. d. Physik*, 9, 209; 1902). Bereits 1895 hatte der Verf. darauf hingewiesen, daß ein Thermoelement im Vakuum eine wesentlich höhere Empfindlichkeit haben muß, als in Luft, was auf die von Kundt und Warburg beobachtete Verminderung der Abkühlungsgeschwindigkeit zurückzuführen ist. Die großen praktischen Vorteile der Vakuumenthermoelemente veranlaßten den Verf. zu einer genaueren Bestimmung ihrer Empfindlichkeit. Die aus Platin-Konstantandrähten hergestellten Thermoelemente wurden in Glasgefäße, die mit einer Luftpumpe verbunden waren, eingeschlossen und sowohl zur Messung von direkter Strahlung als zur Messung elektrischer Schwingungen (in einer, der Klemençieschen ähnlichen Anordnung) benutzt. Es ergab sich, daß die Empfindlichkeit von 1 Atm. bis zu etwa 5 mm Druck unverändert blieb. Für geringere Drucke steigt die Empfindlichkeit mit der Verdünnung bis zu 0,01 mm; sie erreicht hier das Siebenfache für geschwärzte, das Fünfundzwanzigfache für blanke Thermoelemente. Bei Verdünnungen unter 0,01 mm steigt die Empfindlichkeit nur noch wenig, sodaß eine höhere Evakuierung keinen Zweck hat.

Schk.

**Neue Formen elektrolytischer Apparate.** In den „Unterrichtsblättern für Math. und Naturw.“ (IX No. 1 S. 12, 1903) macht E. GRIMSEHL nähere Mitteilungen über neue Apparate und Versuchsanordnungen, die bereits der Jahresversammlung in Düsseldorf (*diese Zeitschr.* XV 314) vorgeführt wurden. Die dort beschriebenen neuen Formen des Zersetzungsapparates zeigen gegenüber der Hofmannschen Einrichtung einige wesentliche Verbesserungen, insbesondere gestatten sie die entwickelten Gase leicht aufzufangen, auch sind sie für die Verwendung von Starkstrom geeignet. Der Hauptunterschied besteht darin, daß hier die Stromzuführung von oben geschieht und daß zwei getrennte glockenförmige Elektrodengefäße angewandt werden.

Die erste Form der Elektrodenglocken besteht aus einem 2 cm weiten Glasrohr, an das an das obere Ende ein 2 mm weites Glasrohr in geradliniger Verlängerung angeschmolzen ist (Fig. 1). Außerdem hat es am oberen Ende des weiten Teils noch einen seitlichen, 6 mm weiten Glasrohransatz, der als Gasentbindungsrohr dient. In das Rohr reicht von oben her ein  $15 \times 50$  mm großes Platinblech, das mit Gold an einen Platindraht gelötet ist. Der Platindraht ist etwa in der Mitte des engen Verlängerungsrohres mit Silber an einen 1,5 mm dicken Kupferdraht gelötet, der oben aus dem engen Rohr herausragt und nun mittels einer Drahtklemme mit der Stromquelle verbunden werden kann. Der luftdichte Abschluß an der Einführungsstelle des Kupferdrahtes wird durch einen übergestreiften engen

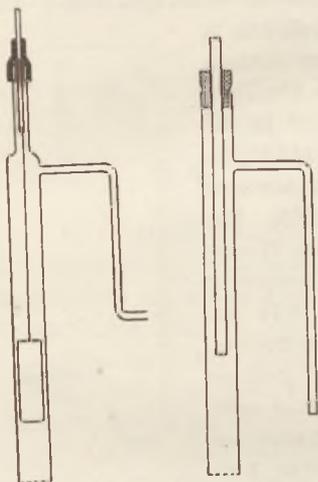


Fig. 1.

Fig. 2.

Gummischlauch erreicht. Ein zweites ähnliches, für die Chlorentwicklung dienendes Glasrohr (Fig. 2) von derselben Weite mit einmal rechtwinklig gebogenem seitlichem Ansatzrohr hat keine enge Verlängerung am oberen Ende. Vielmehr ist eine Kohlenelektrode (ein Lichtkohlestab) mittels eines Gummistopfens luftdicht in das Rohr eingesetzt. Zum vollständigen elektrolytischen Apparat gehören zwei Platin- und eine Kohlenelektrodenglocke. Bei der Elektrolyse werden die beiden Glocken in ein mit dem Elektrolyten gefülltes Standgefäß so hineingestellt, daß die seitlichen Entbindungsrohre mit ihren horizontalen Teilen auf dem oberen Rande des Gefäßes aufliegen. Bei der Elektrolyse chlorfreier Verbindungen benutzt man die beiden Platinelektroden, bei chlorhaltigen Verbindungen als Anode die Kohlenelektrode und als Kathode eine der Platinelektroden. Die an letzterer entwickelten Gase werden in einer pneumatischen Wanne aufgefangen, während das an der Kohlenelektrode entwickelte Chlor in einem offenen aufrechtstehenden Zylinder direkt aufgefangen wird. Der ganze Apparat kann nach Gebrauch leicht auseinander genommen und gereinigt werden.

Eine zweite Form des Apparates kann man dadurch aus der ersten entstanden denken, daß an Stelle eines besonderen Elektrolytgefäßes die beiden Elektrodenglocken unten durch ein U-Rohr verbunden sind. — Für größere Stromstärken und für die Entwicklung größerer Gasmengen dient die folgende Form (Fig. 3). Zwei Elektrodenglocken *G* von 5 cm Weite sind unten schräg abgeschnitten und jede mit einem seitlichen Ansatz *R* von 6 mm Weite versehen. Als Elektrolytgefäß kann ein Akkumulatorengefäß *E* (von etwa  $7 \times 12 \times 15$  cm Größe) dienen. Die Elektroden *B* sind 6 mm dicke Bleidrähte, die durch Gummistopfen hindurch in den Hals der Glocken eingeführt werden (für Chlorentwicklung dagegen werden Kohlenelektroden angewendet); an die herausragenden Enden der Bleidrähte sind Messinglappen angelötet, die durch passende Polklemmen entweder direkt mit der Stromquelle verbunden werden, oder bei Anwendung mehrerer Zellen zu einer Batterie, paarweise durch kleine Mutterschrauben zusammengehalten werden. Um mit einem mit Kohlelektroden versehenen Apparat eine Elektrolyse von Kochsalzlösung vorzunehmen, wurde der Strom der elektrischen Zentrale eingeschaltet und durch vorgeschalteten

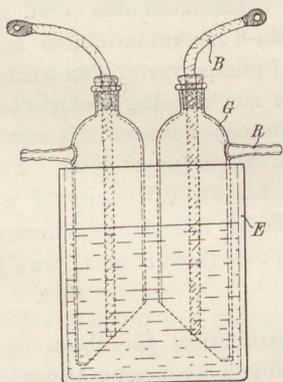


Fig. 3.

Widerstand bis auf 20 Ampere gebracht (hierbei tritt noch keine schädliche Erwärmung ein). Die Gasentwicklung ist lebhaft und ein kleiner Zylinder von 100 ccm wird in kaum einer halben Minute mit Chlor gefüllt (da man zu den eigentlichen Demonstrationsversuchen mit Chlor zweckmäßig größere Gefäße verwendet, würde also ein Zylinder von 1 Liter Inhalt in etwa 5 Min. gefüllt werden). Beim Unterbrechen hört auch die Chlorentwicklung auf,

sodaß man mit einem Handgriffe die Gasentwicklung einleiten oder unterbrechen kann. Leitet man z. B. den Chlorstrom durch ein Glasrohr mit Natrium und erhitzt letzteres, so erhält man eine gleichmäßige, regulierbare, auch zu spektroskopischen Versuchen geeignete Natriumflamme und als Produkt weißes Kochsalz, das sich fast ohne Rückstand in Wasser auflöst.

Die beschriebenen Zellen können auch zu einer Art Batterie vereinigt werden, und Verfasser führte eine Wasserzersetzung in größerem Maßstabe aus. Zweimal fünf Zellen wurden auf einem gemeinsamen Grundbrett zusammengestellt und so verbunden, daß der Strom alle 10 Zellen in Serie geschaltet durchläuft (s. Fig. 4). Man vermeidet auf diese Weise das Einschalten toter Widerstände, das man bei Verwendung nur einer Zelle nötig hat, und erhält bei Anschluß an einen 110-voltigen Starkstrom eine Stromstärke von 20 Ampere, mit der man den Apparat eine halbe Stunde betreiben kann, ohne daß die Erwärmung des Elektrolyten eine schädliche Höhe erreicht. In jeder einzelnen Zelle erfolgt die Entwicklung von Wasserstoff und Sauerstoff, und die einzelnen, von den Anoden abgehenden Gasentbindungsröhren münden in ein gemeinsames Sammelrohr, desgleichen die von den Kathoden abgehenden, sodaß die Zellen als chemische Quellen gewissermaßen parallel geschaltet sind. An Knallgas wird auf diese Weise die beträchtliche Menge von ungefähr zwei Litern pro Minute entwickelt und dies gestattet den unmittelbaren Betrieb eines Knallgasgebläses mit seinen weiteren üblichen Demonstrationen (Kalklicht, Platinschmelzen u. s. w.). Die sehr starke Ozonentwicklung erlaubt nicht, Gummischläuche zur Verbindung zu verwenden, da diese bald in mürbe Stückchen zerfallen. Als Ersatzmittel bewährten sich dünne Bleirohre, die sich ebenso gut wie Gummischläuche biegen lassen. Die beschriebenen Apparatformen sind eine willkommene Bereicherung der chemischen Sammlung und sind besonders für diejenigen Laboratorien zu empfehlen, welche Anschluß an eine elektrische Zentrale haben. (*Unterrichtsbl. f. Math. u. Nat. IX S. 12, 1903.*)

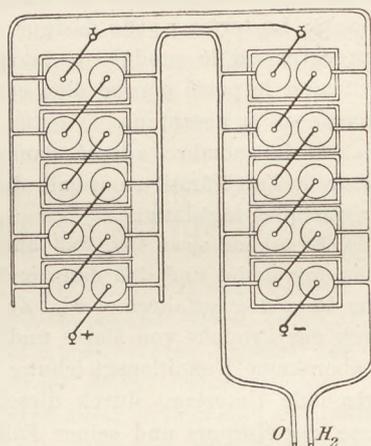


Fig. 4.

O.

**Schnell-Trichter.** Von SZAMATOLSKI (*Chem.-Ztg. 25, 79; 1901*). Man legt in den Trichter (Fig. 1) ein glattes Filter, gießt die Flüssigkeit ein, verbindet das kleine Ansatzrohr durch einen Gummischlauch mit der Wasserleitung. Es bildet sich unterhalb des Filters ein luftverdünnter Raum, sodaß der äußere Luftdruck die Filtrierung beschleunigt. Den gleichen Zweck erreicht man (*Deutsche Mech.-Ztg. 1891, S. 88*) mit Trichtern, deren ziemlich langes und enges Abflußrohr zu einer einfachen Schleife gebogen ist (Fig. 2). Letztere vereinigt die Filtratropfen zu einem zusammenhängenden Flüssigkeitsfaden, der eine saugende Wirkung ausübt.

H.-M.

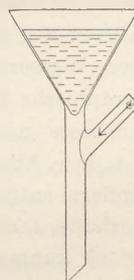


Fig. 1.

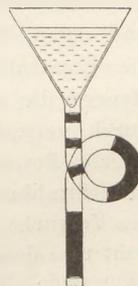


Fig. 2.

## 2. Forschungen und Ergebnisse.

**Kilogramm-Masse und Kilogramm-Gewicht.** Im *Prometheus* No. 697 weist O. DZIOBEK darauf hin, daß die noch immer herrschende Verwirrung dieser Begriffe dadurch gesteigert worden sei, daß im deutschen Reichsgesetz vom 26. April 1893 bestimmt worden ist: „Das Kilogramm ist die Einheit des Gewichtes“. Auch in Thomson-Taits Handbuch der theoretischen Physik (Deutsch von H. Helmholtz und G. Wertheim) ist unzutreffender Weise gesagt „In

der Tat sind Gewichte Massen, nicht Kräfte“, denn wenn auch im gewöhnlichen Leben Gewichtsangaben der Regel nach nur zur Bezeichnung der Massen dienen, so bleibt doch das Gewicht, d. i. der Druck auf die Unterlage, ein von der Masse bestimmt unterschiedener Begriff, der nicht durch eine einfache Gleichsetzung beider Bezeichnungen aufgehoben werden darf. Dem gegenüber ist es als ein Fortschritt zu begrüßen, daß die Generalversammlung der Vertreter des internationalen Maß- und Gewichtswesens zu Sèvres bei Paris im Oktober 1901 die folgende Erklärung angenommen hat (nach E. Guillaume, *La convention du mètre et le Bureau international des Poids et Mesures*, Paris 1902):

„La convention déclare: 1. Le kilogramme est l'unité de masse; il est égal à la masse du prototype international du kilogramme.

2. Le terme poids désigne une grandeur de la même nature qu'une force; le poids d'un corps est le produit de la masse de ce corps par l'accélération de la pesanteur; en particulier le poids normal d'un corps est le produit de la masse de ce corps par l'accélération normale de la pesanteur.

3. Le nombre adopté dans le Service international des Poids et Mesures pour la valeur de l'accélération normale de la pesanteur est  $980,665 \text{ cm/sec}^2$ , nombre sanctionné déjà par quelques législations.“

Es ist zu erwarten, daß auch an anderen maßgebenden Stellen diese Erklärung Zustimmung findet und daß dann endlich die Sache auch in Deutschland ihre korrekte gesetzliche Regelung erfahren wird. Zu beanstanden wäre allerdings, daß in No. 2 das Gewicht durch das Produkt von Masse und Beschleunigung definiert wird. Die Gleichung  $p = mg$  ist aber keine Definitionsgleichung, sondern sagt aus, daß der Druck eines Körpers auf die horizontale Unterlage durch dieselbe Maßzahl dargestellt wird wie das Produkt aus der Masse des Körpers und seiner Fallbeschleunigung. Die Gewichtseinheit wäre vielmehr zu definieren als der Druck eines Körpers auf seine horizontale Unterlage, wenn seine Masse gleich der Masseneinheit ist und die Fallbeschleunigung an der Stelle, wo er sich befindet, die Größe  $980,665 \text{ cm/sec}^2$  hat. — Im Einklang mit den Festsetzungen des internationalen Büreaus hat auch der wissenschaftliche Ausschuß der deutschen physikalischen Gesellschaft auf der Naturforscher-Versammlung zu Karlsbad 1902 neben einer Reihe von Vorschlägen für die Bezeichnung physikalischer Größen sich auch über die folgenden Festsetzungen geeinigt: „Das Wort ‚Gewicht‘ ist stets im Sinne einer Kraft zu verstehen. Unter  $mg$ ,  $g$ ,  $kg$  sind stets Massen zu verstehen, falls nicht das Wort ‚Gewicht‘ hinzugesetzt wird.“ (*Verhandl. d. D. physik. Gesellsch.* 1903, No. 3).

P.

**Strahlung des Wasserstoffsperoxyds.** Eine eigentümliche Einwirkung einzelner Metalle und organischer Körper auf photographische Platten hatte J. W. RUSSEL beobachtet und auf die Entstehung von Wasserstoffsperoxyd  $H_2O_2$  zurückgeführt, das bereits in geringen Mengen die photographische Platte schwärzt (vergl. *ds. Zeitschr.* XIII 40). Die Wirkung geht durch verschiedene feste und flüssige Körper, wie Gelatine, Guttapercha, Kampfer, Äther, Benzin, Petroleum u. s. w. hindurch. Doch hielt Russel die Erscheinung für keine eigentliche Strahlung, sondern entstanden durch fortgesetzte Neubildung von  $H_2O_2$ . GRÄTZ, der die Versuche wiederholte, fand, daß die Wirkung auch durch dünne Metallplatten hindurchgeht und deshalb doch kaum durch Dämpfe von  $H_2O_2$  veranlaßt sein kann. (*Ann. d. Physik* 9, 1100, 1902; *Phys. Ztschr.* 4, 160 und 271; 1903). Ferner erhielt er die Wirkung auch dann, wenn er die Dämpfe durch einen kräftigen Luftstrom abblies. Die Wirkung ist geradlinig, da man von undurchdringlichen Gegenständen scharfe Bilder erhält. Besonders eigentümlich ist eine Erscheinung, die GRÄTZ „Rückabbildung“ nennt. Bringt man die photographische Platte, mit der Schichtseite nach unten, in einem Abstände von einigen Centimetern über das flüssige  $H_2O_2$  und legt auf die Glasseite ein beliebig geformtes Metallstück, so erscheint dieses nach der Entwicklung auf der Platte hell auf dunklem Grunde abgebildet. Die Vermutung, daß es sich hierbei um die Wirkung einer in dem Raum über der Platte unter der Einwirkung des  $H_2O_2$  entstandenen Emanation handelt, wurde dadurch widerlegt, daß 1. die Wirkung des  $H_2O_2$  durch Glas nicht hindurchgeht, 2. die Rückabbildung

nicht eintritt, wenn die photographische Platte fest auf die Ränder des das  $H_2O_2$  enthaltenden Gefäßes gelegt wird, sodaß keine Teilchen sich nach außen verbreiten können. Die Rückabbildung hört auch nicht auf, wenn man zwischen das Glas und das Metall andere Körper, wie Papier, Holz, Ebonit, Asbest in dünnen Schichten zwischenlegt; ja die Rückstrahlung wird sogar deutlicher, wenn das Papier mit Wasser, Alkohol, Petroleum, Salzlösungen u. s. w. getränkt ist. Der Verf. hat eine Reihe von Versuchen angestellt, aus denen hervorgeht, daß die Rückabbildung besonders deutlich ist, wenn zwischen dem Metall und der Flüssigkeit ein chemischer Prozeß stattfindet; es ist also eine Art Fernwirkung chemischer Prozesse, die sich durch das Glas der Platte hindurch bemerklich macht. Die Temperatur hat einen erheblichen Einfluß auf die Wirkung; diese fällt verschieden aus, wenn man ein Metallgefäß mit erwärmtem Wasser oder mit Eis auf die Platte legt. Es scheinen also ganz minimale Temperaturunterschiede zwischen einzelnen Stellen der Schicht zu sein, die die Wirkung hervorbringen, sodaß man von „Thermophotographien“ sprechen könnte.

Das angewandte Wasserstoffsperoxyd war die käufliche Lösung, die 3%  $H_2O_2$  enthält. Von photographischen Platten eigneten sich die Platten der Gesellschaft für Anilinfabrikation am besten für die Versuche. Fluoreszenz- und Entladungswirkungen konnten nicht bemerkt werden. Das  $H_2O_2$  scheint also eine Art von Strahlen auszusenden, die durchaus verschieden sein müssen von den Strahlen der radioaktiven Substanzen. Schk.

**Becquerelstrahlen.** Die radioaktiven Eigenschaften der Luft wurden von ELSTER und GEITEL auch in quantitativer Hinsicht genauer untersucht (*Phys. Zeitschr.* 4, 96, 97, 138; 1902). Sie bauten zu dem Zwecke einen leicht transportablen Apparat, der eine Trockensäule nebst Elektroskop für hohe Spannung, ferner einen Drahtnetzzyylinder mit aufgewickeltem Draht von 20 m Länge und isoliertem Drahtalter, endlich ein Zerstreungselektrometer mit rings geschlossenem Schutzzyylinder enthielt. Der auf hohe Spannung geladene Draht wird durch die Luft radioaktiv; die Größe der Aktivität wird durch die von dem Draht bewirkte Potentialerniedrigung gemessen. Die von 1 m Draht in 1 Stunde bewirkte Potentialerniedrigung bildet die „Aktivierungszahl“  $A$  in Volt. Diese Zahl  $A$  war in einem Brunnenschacht 2800, in der Baumannshöhle 1800, in verschiedenen Kellern 200–400, im Physikal 14, im Freien im Mittel 20 u. s. w.; ein frei über den Erdboden gespannter Draht gab  $A = 2,5$ . Die Beobachtungen Sellas, wonach auch positiv geladene Leiter in der Luft radioaktiv werden (*d. Zeitschr.* XV 362) konnten die Verf. bestätigen; doch war die Wirkung ungefähr 30 mal schwächer und im Freien gar nicht zu beobachten.

Ähnliche Beobachtungen wie Elster und Geitel machten H. EBERT und P. EWERS über die radioaktiven Eigenschaften der Bodenluft in München (*a. a. O.* S. 162). Sie stellten dabei fest, daß, wenn der Luft durch ein starkes elektrisches Feld alle Ionen genommen waren, sie die aktivierende Wirkung doch noch beibehielt. Daraus muß gefolgert werden, daß die Luft eine Emanation enthalten muß, die an sich elektrisch neutral, in einer ruhenden Gasmasse Elektronen erzeugt, ganz ähnlich der von Rutherford gefundenen Emanation des Thors und Radiums. Durch Erhitzen wird diese Emanation wohl vermindert, aber nicht zerstört. Die von der Luft erregte Wirkung nimmt viel langsamer ab als die von andern Körpern induzierte Radioaktivität. Dies wurde von RUTHERFORD und ALLEN zahlenmäßig bestätigt, indem z. B. die Luftwirkung in 45 Minuten, die entsprechende Wirkung des Thors erst in 11 Stunden auf den halben Betrag herabging (*Phil. Mag.* VI<sup>th</sup> Ser. Vol. 4, 704; 1902). Auch das Durchdringungsvermögen der von Luft erregten Strahlung ist viel größer als das irgend einer anderen. Im Freien fanden die Verf. bei klarer, bewegter Luft größere Wirkungen als bei bewölkter, ruhiger. Wie unten noch weiter ausgeführt wird, nimmt RUTHERFORD in den radioaktiven Körpern die Bildung positiver Träger an, die sich auf den negativ geladenen Leitern niederschlagen. Da der Erdboden stets negative Ladung enthält, werden sich die positiven Träger der Luft fortwährend auf der Erde, besonders auf Hügeln und Bergspitzen niederschlagen; der so radioaktiv gewordene Boden wird dann umgekehrt wieder freie Ionen in der Luft bilden, die auch in der Tat (15 pro cem) nachgewiesen werden konnten.

Besonderes Interesse gewähren die Versuche über Radioaktivität der Luft, welche MC. LENNAN am Fuße des Niagarafalls anstellte (*Phys. Zeitschr.* 4, 295; 1903). Hier sind ohnehin schon besondere elektrische Verhältnisse vorhanden, da die feinen Gischttröpfchen beim Aufprallen auf die Felsen der Luft negative, dem Wasser positive Ladungen geben. Um einen Vergleich zu haben, wurde die Luft zunächst in Toronto geprüft, indem ein Draht an verschiedenen Tagen je 2 Stunden lang auf 8000—10000 Volt geladen der Luft ausgesetzt und der von ihm erzeugte Sättigungsstrom in einer Ionisierungskammer gemessen wurde. Dann wurde in dem Raume am Fuß der Bergbahn des Niagara der Versuchsdraht in drei Strecken von je 30 m durch ein Fenster hindurch in den Gischt hineingehängt. Da der Draht durch den Gischt selbst bis auf 7500 Volt geladen wurde, war eine Benutzung der Elektrisiermaschine zur Ladung unnötig. Als Resultat ergab sich eine verhältnismäßig sehr geringe Radioaktivität am Niagara; sie war in Toronto durchschnittlich 6—7 mal so groß. Eine Radioaktivität des Wasserschaums konnte nicht beobachtet werden.

Was oben von der Emanation der Luft gesagt wurde, gilt auch von den Emanationen des Thors und Radiums. Die Fähigkeit, solche auszusenden, nimmt, wie RUTHERFORD und SODDY in Fortsetzung ihrer früheren Untersuchungen (*ds. Zeitschr.* XV 364) fanden, bei Erwärmung zunächst zu, ist bei großer Erhitzung aber nur noch sehr gering und kann dann durch chemische Umsetzung wieder hergestellt werden (*Phil. Mag.* VI S. V. 4, 569 (1902), *Naturw. Rundschau* XVIII 29, 111 (1903)). Bei der Temperatur der flüssigen Luft war die Emanation ganz verschwunden, trat aber bei Erwärmung wieder auf. Die Verf. halten die Emanation für ein besonderes, chemisch träges Gas der Argongruppe, das sich bei so tiefer Temperatur kondensiert; der Verflüchtigungspunkt wurde für die Radiumemanation zu  $-130^{\circ}$ , für die Emanation des Thors zu  $-125^{\circ}$  bestimmt. Die Emanation induziert oder, wie RUTHERFORD lieber sagen will, erregt an der Oberfläche anderer Körper durch Niederschlag radioaktiver Materie sekundäre Radioaktivität (*Phil. Mag.* V. 5 S. 95, 177; *Phys. Zeitschr.* 4, 235; 1903). Das geschieht nach des Verf. Meinung in der Weise, daß die Teilchen der Emanation einen negativ geladenen Körper abscheiden und dadurch mit einer positiven Ladung zurückbleiben, die dann im elektrischen Felde zu der Kathode tritt. Die so entstehenden positiven Träger bewegen sich mit derselben Geschwindigkeit wie die durch Röntgenstrahlen erzeugten positiven Ionen. Zu der Annahme positiver Elektronen wurde der Verf. auch noch durch andere Versuche geführt. Er hatte bereits früher die von den radioaktiven Körpern ausgehenden Strahlen in zwei besondere Gruppen geteilt: Die leicht absorbierbaren  $\alpha$ -Strahlen und die durchdringenderen  $\beta$ -Strahlen (*ds. Zeitschr.* XII 298). Außer diesen nimmt er jetzt noch eine dritte Gruppe, die noch durchdringenderen  $\gamma$ -Strahlen an. Die drei Gruppen werden dadurch charakterisiert, daß, um die Intensität der Strahlen auf die Hälfte zu reduzieren, bei den  $\alpha$ -Strahlen ein Aluminiumblatt von 0,0005 cm, bei den  $\beta$ -Strahlen ein solches von 0,05 cm, bei den  $\gamma$ -Strahlen eins von 8 cm Dicke eingeschaltet werden muß. Schon frühere Versuche hatten gezeigt, daß die  $\beta$ -Strahlen vollständig den Kathodenstrahlen gleichen und aus heftig fortgeschleuderten negativen Teilchen bestehen. Als solche werden sie natürlich im magnetischen und elektrischen Felde deutlich abgelenkt. Der Nachweis einer Ablenkbarkeit der  $\alpha$ -Strahlen begegnete großen Schwierigkeiten und gelang auch erst, als der Verf. ein Radiumpräparat von der Aktivität 19000 und ein Magnetfeld von 8400 Einheiten anwandte. Die Strahlen traten durch eine Reihe enger, paralleler Spalte und durch ein Aluminiumblatt von 0,00034 cm Dicke in das Versuchsgefäß, in dem die von den Strahlen bewirkte Ionisierung mit einem Goldblattelektroskop gemessen wurde. Das Magnetfeld war parallel zur Ebene der Spalte. Um eine Wirkung der Emanation auszuschalten, wurde ein kontinuierlicher Wasserstoffstrom aus dem Versuchsgefäß durch die poröse Aluminiumplatte hindurch nach den Spalten hin geleitet. Wasserstoff ist für die  $\alpha$ -Strahlen durchlässiger als Luft und war daher für die Fortführung der Emanation besonders geeignet. Mit dieser Methode gelang es dann in der Tat, bei Benutzung jenes stärksten Feldes die  $\alpha$ -Strahlen vollständig abzulenken. Hierbei wurde festgestellt, daß die Ablenkung entgegengesetzt ist der Ablenkung der Kathodenstrahlen. Daraus muß man schließen,

daß die  $\alpha$ -Strahlen aus positiv geladenen Teilchen bestehen. Mit einer ähnlichen Methode wurde auch die elektrostatische Ablenkung der  $\alpha$ -Strahlen nachgewiesen, doch ließ sich die Richtung der Ablenkung hierbei nicht feststellen.

Wie schon aus der Schwierigkeit der Versuche hervorgeht, ist die absolute Größe der Ablenkung der  $\alpha$ -Strahlen im Magnetfelde verglichen mit der Ablenkung der Kathodenstrahlen gering. — Während die senkrecht zu einem Magnetfelde von 10000 C.G.S. eintretenden Kathodenstrahlen einen Bogen von 0,01 cm Radius beschreiben, beschreiben die  $\alpha$ -Strahlen einen Bogen von 39 cm Radius. Ihre Geschwindigkeit beträgt hiernach annähernd  $2,5 \cdot 10^9$  cm/Sek., das Verhältnis der Ladung zur Masse ist  $6 \cdot 10^3$ . Die positive Ladung macht die  $\alpha$ -Strahlen den Goldsteinschen Kanalstrahlen ähnlich, doch ist die Geschwindigkeit der ersteren erheblich größer.

Uran- und Thorrückstände, die vollständig von dem Ur-X und Th-X befreit waren, zeigten nur noch  $\alpha$ -Strahlen (vergl. *ds. Zeitschr.* XV 366). Der Verf. glaubt, daß die Ausseendung der  $\alpha$ - und  $\beta$ -Strahlen ganz unabhängig von einander erfolgt, daß die  $\beta$ -Strahlen nur ein sekundäres Phänomen sind, während die  $\alpha$ -Strahlen in den Veränderungen der radioaktiven Materie die Hauptrolle spielen. Die Fähigkeit dieser Körper, relativ große Massen mit enormen Geschwindigkeiten auszusenden, deutet darauf hin, daß die Atome rasch rotierende oder oszillierende Systeme von schwer geladenen, gegenüber den Elektronen großen Körpern bilden. Aus der projektivischen Eigenschaft der Strahlen würde ein Gewichtsverlust der radioaktiven Körper folgen. Einen solchen glaubt HEYDWEILLER in der Tat nachweisen zu können (*Phys. Zeitschr.* 4, 81; 1902). Eine in ein Glasröhrchen eingeschlossene Menge radioaktiver Substanz von de Haën zeigte innerhalb mehrerer Wochen eine Gewichtsabnahme von fast  $\frac{1}{2}$  mg, etwa 0,02 mg in 24 Stunden. So lange nicht feststeht, ob nicht etwa eine durch die Strahlen veranlaßte chemische Veränderung in dem Glase mit der Gewichtsabnahme zusammenhängt, wird man wohl die von HEYDWEILLER gezogenen Schlüsse über Umwandlung von Gravitationsenergie in Radioenergie noch in Zweifel ziehen dürfen.

Viel sicherer als diese Versuche über Gewichtsverluste erscheinen Beobachtungen von CURIE und LABORDE über eine bei den Radiumsalzen auftretende Wärmeentwicklung (*C. R. CXXXVI* 673; 1903). Ein Thermoelement von Eisen-Konstantan wurde mit der einen Lötstelle in radiumhaltiges, mit der anderen in reines Chlorbaryum von gleichem Gewicht (1 g) gebracht und zeigte bei ersterem eine um  $1,5^\circ$  höhere Temperatur an. Brachte man zur Kontrolle beide Lötstellen in radiumfreies Chlorbaryum, so betrug die Temperaturdifferenz nur  $\frac{1}{100}$  Grad. Zur Ermittlung der erzeugten Wärmemenge wurde dieselbe sowohl mit der von einem elektrischen Strom von bekannter Stärke erzeugten Wärme verglichen, als auch direkt mit dem Bunsenschen Kalorimeter gemessen. Es ergab sich, daß 1 g Radium eine Wärmemenge entwickelt, die eine Größenordnung von 100 Kalorien pro Stunde besitzt. Nimmt man das Atomgewicht des Radiums zu 225, so entwickelt 1 Grammatom Radium in 1 Stunde 22500 Kal., eine Zahl, die der von 1 Grammatom Wasserstoff bei der Verbrennung in Sauerstoff entwickelten Wärmemenge vergleichbar ist. Die in dem Radium freiwerdende Wärme spricht für eine kontinuierliche Umwandlung des Radiumatoms.

Während RUTHERFORD bei seinen Untersuchungen durchweg mit der elektrischen Methode arbeitete, wandte BECQUEREL die von ihm besonders ausgebildete photographische Methode zur Nachprüfung der Rutherford'schen Ergebnisse an, die er durchaus bestätigt fand (*C. R. CXXXVI* 199 und 431; 1903). Die aktive Substanz befand sich in der Rinne eines Bleiklotzes; darüber, in etwa 1 cm Entfernung befand sich ein Metallschirm mit einem parallel zu jener Rinne liegenden Spalt, über diesem wieder in 1—2 cm Entfernung eine nicht umhüllte photographische Platte. Das Ganze stand in einem magnetischen Felde, dessen Kraftlinien dem Spalt parallel waren. Wurde das Feld zuerst in der einen, dann in der andern Richtung erregt, so beobachtete man den Eindruck der Strahlenlinien auf der photographischen Platte an zwei von einander getrennten Stellen. Wurde das

Magnetfeld zuerst sehr schwach gewählt, so wurden die  $\alpha$ -Strahlen des Präparats noch nicht merklich abgelenkt, während die den Kathodenstrahlen entsprechenden  $\beta$ -Strahlen einen deutlichen Eindruck auf der einen Seite der Platte veranlaßten. Dieses Bild wurde nur auf der einen Hälfte der Platte erzeugt, während die andere Hälfte noch mit einem Metallschirm bedeckt war. Sodann wurde der Metallschirm auf die vorher exponierte Hälfte gelegt und gleichzeitig ein sehr starkes Feld (über 10000 Einheiten) erregt. Jetzt erreichten die abgelenkten Kathodenstrahlen die Platte nicht mehr, und der darauf erhaltene Eindruck bildete einen Streifen, der sich von der vorher entstandenen Linie der  $\alpha$ -Strahlen nach der dem Bilde des ersten  $\beta$ -Strahlenbündels entgegengesetzten Seite entfernte. Die Existenz und Richtung der Ablenkung der  $\alpha$ -Strahlen sind also ganz in Übereinstimmung mit den Beobachtungen Rutherford's. Durch Neigung der photographischen Platte gegen die Ebene des Spaltschirms um  $60-70^\circ$  erhielt man nach Umkehrung des Feldes zwei außerordentlich scharfe Kurven, die von dem Berührungspunkte von Platte und Spalt divergieren. Den Krümmungsradius  $R$  dieser Kurve bestimmte BECQUEREL zu 17–18 cm, das Produkt  $H \cdot R$  ( $H$  = Feldstärke) zu 215900, eine Zahl, die etwas kleiner, aber von derselben Größenordnung ist wie die Rutherford's.

Da die bisher als nicht ablenkbar angenommenen Strahlen des Radiums sich somit als nach der entgegengesetzten Seite ablenkbar erwiesen, lag es nahe, Ähnliches auch bei den ebenfalls nicht ablenkbar gefundenen Strahlen des Poloniums zu vermuten. Die Untersuchungen sind hier viel schwieriger, da die Poloniumstrahlen viel schwächer sind und rasch an Intensität abnehmen. BECQUEREL begegnete dieser Schwierigkeit dadurch, daß er seine photographische Platte bei gleicher Anordnung 20 Stunden lang den Poloniumstrahlen exponierte; da bei den hohen Feldintensitäten die Magnete sich zu sehr erwärmten, mußte der Versuch in 4 Perioden auf 4 Tage verteilt werden. Es zeigten sich in der Tat auch bei Polonium dieselben Kurven wie bei Radium, wenn auch viel schwächer; sie ließen aber deutlich erkennen, daß die Größe und Richtung der Ablenkung der Poloniumstrahlen und der  $\alpha$ -Strahlen des Radiums durchaus dieselben sind. Die Ablenkungsrichtung beider Strahlen war entgegengesetzt der der Kathodenstrahlen. Ein fundamentaler Unterschied jener Strahlen von den anderen Strahlen der radioaktiven Körper besteht ferner darin, daß sie nicht die geringste Dispersion zeigen. Die von ihnen erzeugten Kurven sind sehr fein und scharf, die Ablenkung der Strahlen hat also nur eine bestimmte Größe, während die den Kathodenstrahlen entsprechenden Radiumstrahlen im Magnetfelde ein ganzes Spektrum bilden.

Hiernach können wir folgende Strahlengruppen der radioaktiven Körper unterscheiden:

1. Uran sendet nur mit negativer Elektrizität geladene sehr durchdringende Strahlen aus.
2. Polonium sendet nur mit positiver Elektrizität geladene sehr absorbierbare Strahlen aus.
3. Thorium und Radium senden beide Strahlenarten aus. Das Radium sendet außerdem noch sehr durchdringende, nicht ablenkbare Strahlen aus, die nur nach langer Exposition auf der photographischen Platte erscheinen und vielleicht nur deshalb bei den andern Körpern nicht nachgewiesen wurden.

Zu diesen drei Körpern tritt als vierter das Actinium, dessen weitere Eigentümlichkeiten von DEBIERNE untersucht wurden (*C. R. CXXXVI 446 u. 673: 1903*). Die Strahlung dieses Stoffes zeigt sich durch einen Luftstrom stark vermindert, die induzierte Aktivität wird auch im Vakuum erregt, die Emanation vergeht schon in wenigen Sekunden. Die in der Umgebung des Actiniums sich bildenden Ionen scheinen im Gegensatz zu denen des Radiums rasch zerstört zu werden. Diese Ionen sind der Sitz einer besonderen Strahlung, welche speziell auf andere Körper aktivierend wirkt; diese Strahlung wird im Magnetfelde nach der den Kathodenstrahlen entgegengesetzten Richtung, im elektrischen Felde nach der Kathode hin abgelenkt und scheint somit mit der Rutherford'schen  $\alpha$ -Strahlung identisch zu sein.

Die von einem radioaktiven Körper ausgehende Emanation und die durch sie erregte Radioaktivität sind nicht von Dauer, sondern verschwinden nach längerer oder kürzerer Zeit. Wie CURIE fand, läßt sich die Intensität sowohl der Emanation wie der sekun-

dären Strahlung als eine Exponentialfunktion der Zeit darstellen (*C. R. CXXXV* 857 (1902); *CXXXVI* 223 (1903)). Bringt man einen Körper mit einem Radiumsalz zugleich in ein verschlossenes Gefäß und nimmt ihn nach seiner Aktivierung heraus, so verliert er die Aktivität in freier Luft ziemlich rasch, indem sie nach einer halben Stunde schon auf die Hälfte reduziert ist. Wird ein Glasgefäß mit einem anderen, das Radium enthaltenden Gefäß verbunden, so aktiviert sich die Innenseite; trennt man nun beide Gefäße durch Zuschmelzen des Verbindungsrohres, so beobachtet man ebenfalls eine Abnahme der Aktivität der inneren Wände des ersten Gefäßes, die aber viel langsamer als in freier Luft vor sich geht, indem sie erst in etwa 4 Tagen auf die Hälfte herabsinkt. Hier ist eben die Emanation noch wirksam. Genauere Untersuchungen mit der elektrischen Methode ergaben, daß in dem letzteren Falle die Intensität der Strahlung  $J$  als Funktion der Zeit  $t$  durch den Aus-

druck  $J = J_0 \cdot e^{-\frac{t}{\Theta}}$  dargestellt werden kann, wo  $J_0$  die Anfangsstrahlung,  $\Theta$  eine Zeitkonstante bedeutet, die aus einer großen Reihe von Versuchen zu  $4,97 \cdot 10^3$  Sekunden (5,752 Tagen) festgestellt wurde. Diese Zeitkonstante blieb dieselbe für verschiedene Radiumpräparate, für Gefäße von verschiedenen Dimensionen und verschiedenem Material (Glas, Kupfer, Aluminium), für lange oder kurze Dauer der Aktivierung, für hohe oder niedrige Drucke der eingeschlossenen Luft, sowie auch bei Ersetzung dieser Luft durch Wasserstoff oder Kohlensäure. Das Gesetz der Strahlungsabnahme blieb auch dasselbe, wenn man die umgebende Temperatur von  $450^\circ$  bis  $-180^\circ$  variieren ließ. Die letztere Beobachtung stimmt mit den Versuchen Rutherfords nicht ganz überein, und daher ist auch CURIE nicht geneigt, die Emanation als ein besonderes Gas anzusehen. Dagegen spricht auch, daß die Emanation in einer zugeschmolzenen Röhre spontan verschwindet, auch daß sich in ihr keine neuen Spektrallinien nachweisen lassen. CURIE will daher unter „Emanation“ nur verstehen „die von den radioaktiven Körpern ausgesandte Energie in der speziellen Form, in welcher sie in Gasen oder im Vakuum aufgespeichert ist.“ Diese spezielle Form der Energie ist bei Radium durch eine besondere Zeitkonstante charakterisiert. Möglicherweise sendet das Radium selbst gar keine Becquerelstrahlen, sondern nur die Emanation aus, die sich aber sogleich zur Strahlung umwandelt.

Der Strahlungsverlust eines aktivierten Körpers in freier Luft, der, wie oben erwähnt, viel rascher erfolgt als die Abnahme der Emanation, wurde von CURIE in Verbindung mit DANNE genauer untersucht (*a. a. O. S. 364*). Auch hier folgt die Intensität der Strahlung einer gleichen Exponentialfunktion der Zeit, doch beträgt die Konstante  $\Theta$  nur 2400 Sek., sodaß die Strahlung schon in 28 Min. auf die Hälfte reduziert wird. Auch die Zunahme der Strahlungsintensität folgt demselben Gesetz, wenn der Körper plötzlich der aktivierenden Substanz nahe gebracht wird. Im allgemeinen ist das Gesetz unabhängig von der Natur des Körpers, wie sich für die meisten Metalle und Glas nachweisen ließ. Nur Celluloid und Kautschuk, Paraffin und Wachs zeigten ein hiervon mehr oder weniger abweichendes Verhalten.

Das von Frau Curie auf chemischem Wege zu 225 bestimmte Atomgewicht des Radiums (*ds. Zeitschr. XV, 360*) suchten C. RUNGE und J. PRECHT mit einer spektralen Methode zu ermitteln (*Phys. Zeitschr. 4. 285; 1903*). Sie benutzten dabei die von Runge und Paschen gemachte Entdeckung, daß die Komponenten gewisser Linienpaare in den Spektren einiger Elemente, in Wellenlängen gemessen, den gleichen Abstand von einander besitzen, daß dieser Abstand aber für verwandte Elemente (wie z. B. *Mg, Ca, Sr, Ba*) mit dem Atomgewicht zusammenhängt; und zwar ist das Atomgewicht einer Potenz des Abstandes der beiden Linien proportional. Die Linie, welche den Logarithmus des Atomgewichts als Funktion jenes Abstandes darstellt, ist eine Gerade. Dieses auch für andere Gruppen verwandter Elemente bestätigte Gesetz wurde von RUNGE und PRECHT dazu benutzt, um aus der für *Mg, Ca, Sr, Ba* gefundenen Funktion durch Extrapolation das Atomgewicht des Radiums zu bestimmen, dessen Spektrum dieselben charakteristischen Linien aufweist, wie das Spektrum der genannten Stoffe, sodaß man auf die Verwandtschaft wohl schließen darf.

Die Verff. fanden so das Atomgewicht des Radiums = 258, also größer als Frau Curie. Im periodischen System würde das Radium dann an eine andere Stelle rücken. *Schk.*

**Elektrizitätsleitung in Flammen.** P. LENARD beschreibt in den *Ann. der Physik* (9, 642; 1902) eine Erscheinung, die trotz ihrer großen Einfachheit noch nicht beobachtet zu sein scheint. Bringt man eine durch Kochsalz gefärbte Bunsenflamme zwischen zwei entgegengesetzt geladene Metallplatten, so steigt der farbige Dampf nicht mehr nach oben, sondern neigt sich nach der negativen Platte hin. Die Neigung kann 45° übersteigen und wird bei abwechselndem Laden und Entladen der Platten sehr auffällig. Bei einiger Entfernung der negativen Platte tritt der gelbe Dampf sogar seitlich aus der Flamme heraus. Zur Herstellung des Feldes kann eine Influenzmaschine oder eine Akkumulatorenbatterie von 2000 Volt benutzt werden; damit die Flamme nicht unruhig wird, schaltet man eine Funkenstrecke ein. Die Neigung tritt nur ein, wenn die Salzperle in den Flammenmantel gebracht wird, nicht wenn sie erst im Saum der Flamme ist. Dieselbe Erscheinung zeigen die Dämpfe der anderen Alkalien, der Erdalkalien, der Thallium- und Indiums Salze, die Dämpfe der Borsäure, des Selens, Tellurs, Kupferchlorids, sowie die leuchtenden Teile einer Gasflamme. Die Neigung ist aber bei verschiedenen Stoffen verschieden groß. So zeigt eine Perle von Natriumsilikat eine Schiefe des Dampfstreifens von 8°, etwas Salzsäure bringt sie gleich auf 30°. Ähnliches zeigt sich bei Chlorbaryum; der Chlorgehalt der Flamme bewirkt stets verstärkte Neigung des Dampfstreifens.

Die Erklärung der Erscheinung findet LENARD in der Bildung positiver „Träger“ der Elektrizität (Ionen), welche nach der negativen Elektrode mit mehr oder weniger großer Geschwindigkeit hinwandern. Die Leitfähigkeit der Flamme wird dadurch erhöht, die Spannungsdifferenz der Elektroden nimmt mit der Schärfe des Dampfstreifens ab. Stets erfolgt die Wanderung der Stoffe nach der negativen, niemals nach der positiven Seite; auch durch besondere Reagenzien gelang es nicht, ein negatives Ion in der Flamme nachzuweisen. Durch Bestimmung der Geschwindigkeit des Aufsteigens der Flammengase konnte die Wanderungsgeschwindigkeit der positiven Träger ermittelt werden; sie ergab sich für Lithiumdämpfe zu  $0,08 \frac{\text{cm}}{\text{sec}} \left| \frac{\text{Volt}}{\text{cm}} \right.$ . Neben den positiven Trägern müssen in den ursprünglich unelektrischen, verbrennenden Gasen auch negative Träger entstehen, die aber nicht sichtbar werden und nach LENARDS Ansicht mit den „Quanten“ der Kathodenstrahlen identisch sind (vergl. *d. Ztschr. XIII, 285*). Die Entstehung von Kathodenstrahlen in Flammen hatte auch bereits Villard (*d. Ztschr. XIII 172*) behauptet.

Während Lenard durch die Neigung des Dampfstreifens die Stärke der Flammenionisierung bestimmte, maß G. MOREAU direkt die dadurch bewirkte Leitungsfähigkeit der Salzdämpfe (*C. R. CXXXV 898; 1902*). Zu beiden Seiten einer Salzflamme brannten, in Berührung mit ihr, zwei kleine salzlose Flammen A und C. Die eine Platte eines Kondensators war in C fest angebracht, die andere  $\alpha$  ließ sich durch die drei Flammen hindurch bewegen und es wurde nun für verschiedene Ladungen und verschiedene Entfernungen der beiden Platten die Leitungsfähigkeit der Flamme bestimmt. Sobald  $\alpha$  die Salzflamme berührt, wächst die Leitfähigkeit plötzlich und zwar stark, wenn  $\alpha$  negativ, schwach, wenn  $\alpha$  positiv geladen ist. Die Erklärung MOREAUS weicht insofern von der Lenards ab, als er zunächst die Bildung negativer „Korpuskeln“ an der Kathodenplatte annimmt, die den Salzdampf in der Flamme nach Art der Uranstrahlen ionisieren.

Durch eine Reihe ganz anderer Versuche fand SEMENOV ebenfalls, daß bei einer durch eine Flamme gehenden Entladung der Transport materieller Teilchen stets vom positiven zum negativen Pol hin erfolgt. (*C. R. CXXXIV 1199, 1421; 1902*). Die Flamme stand hier nicht zwischen zwei Elektroden, sondern bildete selbst den einen Pol der Entladung, die von ihr nach einer metallischen Spitze hinüberging. Als Brenner dienten kleine Kupferröhren von 0,5 mm innerem Durchmesser; die Flammenhöhe konnte von 1 mm bis zu mehreren Zentimetern variiert werden. Die Entladung bildet um den dunkeln Teil der Flamme eine leuchtende Hülle, die bei vergrößerter Flamme kleiner wird.

Während der Entladung erwärmte sich die Spitze sehr stark, wenn sie mit der positiven, viel weniger, wenn sie mit dem negativen Pol in Verbindung stand. Schon hieraus geht hervor, daß das Losreißen materieller Teilchen hauptsächlich am positiven Pol erfolgt. Läßt man die Entladung zwischen der Flamme und einem in Glas eingeschmolzenen Platindraht vor sich gehen, so färbt sich die äußere Hülle der Flamme gelb, wenn der Platindraht positiv, sie bleibt ungefärbt, wenn er negativ ist. Der Anodenstrom ruft auf der Kathode einen Rückstrom materieller Teilchen hervor, eine Erscheinung, die sich in einer Verdopplung der Flamme bemerkbar macht. Diese Verdopplung zeigt sich besonders deutlich, wenn die Ebene der Brennermündung nicht senkrecht zu seiner Achse steht. Die beiden Flammen sind nicht gleich hell; die dunklere bildet die Bahn des Stroms, während die hellere und kürzere an der Entladung nicht teilzunehmen scheint. Ist der Brenner mit dem positiven Pol in Verbindung, so verkürzt sich die Flamme und wird sehr glänzend, aber verdoppelt sich niemals. Der Kathodenrückstrom bewirkt ferner eine Abstoßung der Flamme, welche die Anziehung zwischen der Flamme und dem entgegengesetzten Pol verdeckt.

Im weiteren Verlauf seiner Untersuchungen beschäftigt sich SEMENOV mit der Rolle, die die Flamme bei einer Entladung spielt. Die Flamme verhält sich ganz wie eine metallische Spitze, die größte elektrische Spannung ist an ihrer Spitze. Die daraus folgende Geschwindigkeitszunahme des Gases bewirkt eine Verengung der Flamme, und wenn der Durchmesser des Brenners eng genug ist, kann man vermittelst eines Manometers eine Druckverminderung im Innern des Brenners feststellen. Bei einem Brennerdurchmesser von 0,5 mm wurde der Gasdruck, der vor der Ladung 2 cm Wasser betrug, während der Ladung mit einem Induktorium von 20 cm Funkenlänge um 2 bis 3 mm herabgedrückt. Gleichzeitig erscheinen die (bei positiven und negativen Flammen verschiedenen) Büschel. Die Zunahme der Gasgeschwindigkeit ist so bedeutend, daß die Flamme erlischt, sobald ihre Höhe auf weniger als 2 cm gebracht wird. Der durch die elektrische Spannung am Ende einer sehr engen Metallröhre erzeugte Luftstrom tritt nur am Umfang der Röhre, nicht in ihrem Innern auf; er erzeugt, indem er die Flamme mitreißt, die Depression in dem Brenner.

Ist die Entfernung zwischen Spitze und Flamme so groß, daß der Funke nicht überspringen kann, so zeigen sich die gewöhnlichen Büschel an beiden Polen: von jedem Pol geht ein Gasstrom aus. Nähert man die Pole, so werden die Büschel durch einen Funken ersetzt, und zwar ist es der Gasstrom des positiven Pols, der sich zum Funken umbildet. Trifft man die Einrichtung so, daß die Entladung in der Flamme durch einen breiten, mehrere cm langen Funken von fester Lage erfolgt, so läßt sich auch die Existenz eines zurückkehrenden negativen Luftstromes nachweisen. Dieser bildet eine bewegliche Röhre, die den Funken wie ein Zylinder umgibt. Zusammenfassend kann man also sagen: Der positive Luftstrom erzeugt den Funken, der zum negativen Pol geht und die Materie des positiven Pols dort hin führt; der negative Luftstrom dient als äußere Hülle des Funkens; er erreicht den positiven Pol, wenn der Funke geradlinig ist, er erreicht ihn nicht, wenn der Funke gekrümmt ist.

Entsprechende Erscheinungen beobachtete SEMENOV, wenn die Entladung zwischen einer Gasflamme und einer in einem Glasrohr befindlichen Salzlösung vor sich ging (*C. R. CXXXV, 155*). Bildet die Lösung den negativen Pol, so stürzen die von der Anode ausgehenden Teilchen mit großer Geschwindigkeit auf die Oberfläche der Flüssigkeit, und diese schießt infolgedessen in Form eines leuchtenden Strahls aus der Röhre heraus. Dieser Strahl, der mehrere Millimeter Länge erreichen kann, ist mit einem erheblichen Geräusch verbunden und eignet sich sehr für das spektroskopische Studium der Salzlösungen. Die Richtung des Strahls hängt ab von dem Winkel, den die Mündungsebene der Röhre mit der Röhrenachse bildet. Ist die Mündung gerade, so verläuft der leuchtende Flüssigkeitsstrahl parallel dem Entladungsfunken; schneidet man das Röhrenende schräg ab, so weicht der Strahl umsomehr ab, je größer der Einfallswinkel des Funkens ist. Aus allem geht hervor, daß die von der Anode ausgehende Strömung von der Oberfläche des flüssigen negativen Pols reflektiert wird und einen Teil der Salzlösung in Form des leuchtenden

Strahls mit sich reißt. Da die Energie der Anodenströmung in diesem Fall mechanische Arbeit leistet, so erwärmt sich die Kathode viel weniger, als dies sonst der Fall sein würde. So wird die Flüssigkeit des negativen Pols niemals zum Sieden gebracht, während eine Stahlnadel als Kathode unter dem Einfluß der Anodenströmung schmilzt.

Bei diesen Versuchen bildet sich um die Kathode eine Wolke von mikroskopischen Tröpfchen; eine Glasplatte, die in diese Region gebracht wird, bedeckt sich mit diesen und zeigt nach Verdampfung der Flüssigkeit vollkommen ausgebildete Krystalle, bei Kochsalz z. B. deutlich ausgebildete Würfel. Bildet die Röhre mit der Salzlösung den positiven Pol, so verdampft das Wasser sehr schnell, und auf der Röhrenmündung entsteht ein pilzförmiger Niederschlag von Salz; es bilden sich Metalldämpfe, und die Flamme färbt sich schwach. Wenn jedoch die Flüssigkeit tropfenweise ausfließt, geht der Funke von der Flamme nur nach den Tropfen; es scheidet sich kein Salz aus, und weder der Funke noch die Flamme färben sich. Geht die Entladung zwischen zwei mit verschiedenen Salzlösungen gefüllten Röhren vor sich, so z. B.  $Cu SO_4$  am positiven,  $Na Cl$  am negativen Pol, so bildet sich auf einem unter die Röhren gebrachten Glimmerblatt nur ein Niederschlag von  $Na Cl$ -Krystallen, solange der Tropfenabfluß am positiven Pol konstant ist. Sobald man aber diesen Abfluß aufhält, so bilden sich neben den  $Na Cl$ -Krystallen auch solche von  $Cu SO_4$ . Die Materie der Anode wird also nur transportiert, wenn die Erwärmung des positiven Pols Anlaß zur Bildung von Metalldämpfen gibt. Bei der Entladung werden von dem positiven Pol keine Teilchen losgerissen, und die durch den Funken nach dem negativen Pol geführte Materie rührt allein her von dem Gas oder Dampf, der sich unmittelbar am positiven Pol bildet. Schk.

### 3. Geschichte und Erkenntnistheorie.

**Kant und die naturwissenschaftliche Methode.** In einem Aufsatz über „Kant-Orthodoxie“ (*Preufs. Jahrb. 1903, Heft I*) weist FERD. JACOB SCHMIDT auf den Zusammenhang von Kants transzendentaler Methode mit derjenigen der neueren Naturwissenschaft hin. Wie jene auf die Bedingungen der Möglichkeit aller Erfahrungserkenntnis überhaupt ausgeht, so diese auf die spezifischen Bedingungen der Möglichkeit eines besonderen Erfahrungsgebietes. „Das Experiment ist die Ermittlung der Erfahrungsbedingungen aus der genauen Fixierung (Beobachtung) der Erfahrungsbestimmungen eines Falles und den Ergebnissen ihrer willkürlichen Veränderung.“ Die Induktion im gewöhnlichen Sinn, die man häufig als das Wesentliche an der naturwissenschaftlichen Methode ansieht, d. h. die genaue Beobachtung und Abgrenzung des Falles oder der Fälle, ist für den Naturforscher nichts anderes als eine notwendige Vorarbeit; seine eigentliche Aufgabe ist die Ermittlung der Erfahrungsbedingungen, die die Möglichkeit aller Fälle eines bestimmten Gebiets konstituieren.

Von dem neuen methodischen Element, das dem Altertum und dem Mittelalter verschleiert geblieben ist, sagt der Verfasser: „Galilei war mittelst instinktiver Genialität zur Benutzung eines neuen Verfahrens gelangt, ohne daß er nun auch sogleich ein klares Bewußtsein von dem Wesen und der Natur dieser Methode in abstracto gehabt hätte. Sie war da und wurde mit größtem Erfolge praktisch zur Anwendung gebracht, ohne daß es doch zu ihrer deutlichen logischen Interpretation kam. Nur so ist es zu verstehen, daß man für diese neue Methode nicht sogleich auch eine eigene Bezeichnung wählte und dafür von den bisherigen den Namen derjenigen auch auf sie übertrug, mit der sie einen gewissen Zusammenhang zeigt. Das ist der Grund, weshalb man die naturwissenschaftliche Methode bis auf den heutigen Tag als „induktiv“ bezeichnet, mit welcher Benennung aber ihr eigentliches Wesen tatsächlich nicht getroffen wird. Bacon und seine Nachfolger waren daher auch im Hinblick auf die Naturforschung stark auf dem Holzwege, wenn sie die Induktion für die einzige, wesentliche Methode aller Wissenschaft überhaupt ausgeben zu müssen glaubten.“

Der Zusammenhang, in dem die exakte Methode der Naturwissenschaft mit der kritischen Philosophie Kants steht, ist von Kant selber im allgemeinen nicht sehr vollkommen zum Ausdruck gebracht worden, sonst wäre es nicht möglich, daß noch heut zur Erläuterung der naturwissenschaftlichen Methode immer wieder auf die überlebten Regeln der unvoll-

kommenen Induktion zurückgegriffen würde. Besonders deutlich hat Kant seine Auffassung in dem zweiten Vorwort zur Vernunftkritik ausgesprochen, wo es heißt: „Als Galilei seine Kugeln die schiefe Fläche mit einer von ihm selbst gewählten Schwere [besser: nach dem von ihm selbst gewählten Geschwindigkeitsgesetz] herabrollen, oder Torricelli die Luft ein Gewicht, was er sich zum voraus dem einer ihm bekannten Wassersäule gleich gedacht hatte, tragen ließ, oder in noch späterer Zeit Stahl Metalle in Kalk und diesen wiederum in Metall verwandelte, indem er ihm etwas entzog und wiedergab, so ging allen Naturforschern ein Licht auf. Sie begriffen, daß die Vernunft nur das einsieht, was sie selbst nach ihrem Entwurfe hervorbringt, daß sie mit Prinzipien ihrer Urteile nach beständigen Gesetzen vorangehen und die Natur nötigen müsse, auf ihre Fragen zu antworten, nicht aber sich gleichsam von ihr allein am Leitbände gängeln lassen müsse; denn sonst hängen zufällige, nach keinem vorher entworfenen Plan gemachte Beobachtungen (d. i. Induktion!) garnicht in einem notwendigen Gesetze zusammen, welches doch die Vernunft sucht und bedarf. Die Vernunft muß mit ihren Prinzipien, nach denen allein überkommene Erscheinungen für Gesetze gelten können, in einer Hand, und mit dem Experiment, das sie nach jenen ausdachte, in der andern an die Natur gehen, zwar um von ihr belehrt zu werden, aber nicht in der Qualität eines Schülers, der sich alles vorsagen läßt, was der Lehrer will, sondern eines bestallten Richters, der die Zeugen nötigt, auf die Fragen zu antworten, die er ihnen vorlegt. Und so hat sogar die Physik die so vorteilhafte Revolution ihrer Denkart lediglich dem Einfall zu verdanken, gemäß demjenigen, was die Vernunft selbst in die Natur hineinlegt, dasjenige in ihr zu suchen (nicht ihr anzudichten), was sie von dieser lernen muß, und wovon sie für sich selbst nichts wissen würde. Hierdurch ist die Naturwissenschaft allererst in den sicheren Gang einer Wissenschaft gebracht worden, da sie so viele Jahrhunderte durch nichts weiter als ein bloßes Herumtappen gewesen war“.

Der Verfasser zeigt, daß die Verkennung des hier klar zu Tage tretenden Sachverhalts schwere Schädigungen für das philosophische Denken der Deutschen zur Folge gehabt hat. Denn eine mißverständliche Wertschätzung der Induktion als vermeintlichen methodologischen Prinzips aller Wissenschaft hat eine langdauernde Abwendung der Philosophie von dem Kern des kantischen Kritizismus nach sich gezogen. In einer Wiederanknüpfung an Kant sieht daher der Verfasser die einzige Möglichkeit zu einem künftigen Fortschritt. Und auch für die Methodik unseres Unterrichtsfaches dürfte eine Vertiefung in die kantische Theorie der Erfahrung das Mittel sein, sowohl zu einer eingeschränkten Schätzung des induktiven Verfahrens, als auch zu einer klareren Einsicht in die Gültigkeit der durch exakte Forschung gewonnenen Erkenntnis zu gelangen. Verwiesen sei zu weiterer Orientierung auf F. J. SCHMIDTS Grundzüge der konstitutiven Erfahrungsphilosophie (1901). P.

**Die Legende von Flavio Gioja.** In der *Rivista Geografica Italiana* 1902 (*Fasc. V—VII*) unterzieht P. TIMOTEO BERTELLI, ein gelehrter Bernabitermönch, die traditionelle Angabe, daß Flavio Gioja von Amalfi den Schiffskompaß erfunden habe, einer vernichtenden Kritik, die um so interessanter ist, als sie einen Einblick in den Gang einer derartigen Legendenbildung gewährt. Schon in früheren Abhandlungen über die Messung der Magnetnadel hat BERTELLI gezeigt, daß in Europa die Kenntnis der Magnetnadel nicht über das 10. Jahrhundert hinaus rückwärts zu verfolgen ist; dagegen sei bei den Chinesen und Japanern diese Kenntnis bereits um den Anfang unserer Zeitrechnung vorhanden gewesen. Ungefähr um das 10. Jahrhundert sei die erste Magnetnadel, durch Verbindung mit einem Strohalm auf Wasser schwimmend, von den Amalfitanern in Gebrauch genommen, und vermutlich sei ihnen die Kenntnis davon durch den arabischen Handelsverkehr zwischen China und Europa zuge tragen worden. Den Amalfitanern sei auch die Verbesserung zu danken, daß sie die Nadel um eine Achse drehbar machten und in eine Holzbüchse (*bussola*) steckten. Die feste Verbindung der Windrose mit der Nadel sei in der Amalfi benachbarten Stadt Positano gemacht worden und stamme aus der Zeit zwischen der Mitte des 13. und dem Anfang des 14. Jahrhunderts. Gewiß ist ferner auch, daß die *Bussola* bereits um 1200 zu topographischen Zwecken in den Bergwerken von Massa maritima verwandt wurde.

Ein Erfinder des Kompasses wird noch während des 14. und 15. Jahrhunderts in der ganzen Literatur nicht genannt. Der erste, der überhaupt von der Einführung des Kompasses in die Schifffahrt des Mittelmeeres spricht, ist Flavio Biondo von Forli, von dem der erste Versuch einer Geschichte Italiens (1450) herrührt. Bei ihm zuerst findet sich die Bemerkung, daß die Amalfitaner den Gebrauch des Kompasses erfunden hätten. Ihm folgt Giovanni Battista Pio (1511) in seinem Kommentar zu dem römischen Dichter Lucretius Carus — der bereits die Wirkung des Magneten auf Eisenpulver beschrieben hatte — und bedient sich dabei, zum Teil wörtlich an Flavio anknüpfend, der Wendung: „Amalphi in Campania veteri magnetis usus inventus a Flavio traditur.“ Hierin kann mit Flavio nur der vorher genannte Flavio Biondo gemeint sein, wie auch aus einer Paraphrase derselben Stelle in der *Magia naturalis* des Giambattista della Porta (1589) hervorgeht, wo es heißt: *Cujus inventio . . . fuit Amalphi, ut a Flavio traditur.* Es war damals durchaus gebräuchlich, Autoren nur mit dem Vornamen zu bezeichnen; es sei nur an Dante Alighieri erinnert.

Wennschon hiernach der Sinn der Worte des G. Battista Pio unzweifelhaft ist, so war doch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß aus ihnen herausgelesen wurde: „Es wird berichtet, daß der Kompaß in Analfi von Flavio erfunden worden sei.“ Dies Mißverständnis ist nun in der Tat einem andern Schriftsteller des 16. Jahrhunderts begegnet. Lillius Gregorius Giraldis aus Ferrara schreibt in seinem *Libellus de re nautica*: „Amalphis . . . navigandi usus per magnetem . . . a Flavio quodam excogitatus traditur.“ Dies Mißverständnis ist gleichsam der erste Ring in der Kette der Irrtümer, die zu der Konstruktion des Namens Flavio Gioja führten.

Der eben erwähnte Giraldis hatte der angeführten Stelle noch hinzugefügt, der Kompaß diene zusammen mit einer Seekarte dazu, die Richtung der Fahrt festzustellen. Dies wird nun weiter von einem auch sonst wenig zuverlässigen Schriftsteller, Scipione Mazzella, in seiner *Descrizione del regno di Napoli* (1586) irrtümlich so aufgefaßt, als ob der Erfinder des Kompasses gleichzeitig auch die ersten Seekarten entworfen habe. Er gibt auch den vollen Namen des Erfinders Flavio di Gioia an und verlegt die Erfindung in das Jahr 1300. Daß die Angabe bezüglich der Seekarten falsch ist, unterliegt keinem Zweifel, denn wir wissen, daß derartige Karten schon zwei Jahrhunderte früher in Gebrauch waren, mithin nicht erst um 1300 zuerst hergestellt sein konnten. Aber wie kam Mazzella zu den anderen nirgends vor ihm nachzuweisenden Angaben? Das Rätsel wird von Bertelli in scharfsinniger und zugleich wohl glaubhafter Weise gelöst. Da Mazzella dem Erfinder des Kompasses auch die Erfindung der Seekarten zuschrieb, so entnahm er die Jahreszahl 1300 der ältesten ihm zu Gesicht gekommenen italienischen Seekarte, die er für die überhaupt älteste derartige Karte hielt. Auf dieser Karte wird auch der Name des Zeichners vermerkt gewesen sein, den Mazzella als Gioja oder Gioia gedeutet hat. Der älteste uns bekannte italienische Kartograph, der schon um 1300 arbeitete, ist nämlich Giovanni da Carignano, Presbyter in Genua. Eine einzige von ihm erhaltene Karte im Staatsarchiv zu Florenz trägt die Inschrift „Johannes presbyter rector sancti Marci de portu Janue me fecit“. Die alten Kartographen haben aber nicht immer ihren Namen in gleicher Ausführlichkeit eingetragen, auch konnte gerade vom Namen, der am Rande der Karte stand, durch den häufigen Gebrauch leicht ein Stück unleserlich werden oder verloren gehen. Man braucht auch nur anzunehmen, daß die Karte, die Mazzella vor sich hatte, den Namen ihres Urhebers in der damals gebräuchlichen abgekürzten Form Johia trug, so wird die Umwandlung des Namens leicht verständlich. Denn da in der alten Schrift das h durch einen nach unten verlängerten Strich einem j ähnlich wurde, so konnte leicht Jovia und Gioja gelesen werden. Der Rufname Flavio, der bereits durch Giraldis entdeckt war, konnte nunmehr zu dem vollen Namen Flavio Gioja ergänzt werden. Daß nun die Legendenbildung weiter wucherte, kann nicht wundernehmen; bereits 1601 weiß Summonte in der *Historia della città e regno di Napoli* zu berichten, daß Flavio di Gioja, ein überaus scharfsinniger (*sagacissimo*) Bürger von Amalfi, die Magnetnadel und auch die Bussola erfunden habe. Ein geographischer Schriftsteller Abraham Ortelius von Antwerpen (*Ortelius*), ein Kompilator von geringer Zuverlässigkeit, verwandelt den Namen

ohne ersichtlichen Grund in Giovanni Gioja und dieser Name findet sich auch in dem berühmten Werke William Gilberts *De magnete* (London 1600) wieder. Bei den zahlreichen späteren Autoren kommt der Name in vier verschiedenen Versionen vor: neben Giovanni Gioja findet sich bei einigen Autoren, der ältesten Namengebung entsprechend, nur der Name Flavio, bei noch anderen nur Giovanni, bei einigen auch Flavio Giovanni.

Wenn es angesichts der klar zu Tage liegenden Entstehungsgeschichte des Namens noch einer direkten Widerlegung bedürfte, so wird diese dadurch geliefert, daß die eingehendsten Nachforschungen nach einer Familie Gioja im Staatsarchiv zu Neapel zu keinem Resultat geführt haben — da eben eine solche Familie nicht existiert hat. Ein deutscher Gelehrter Martin Lipenius hat schon 1660 in einer an der Wittenberger Universität veröffentlichten Abhandlung den Irrtum aufgedeckt und bestimmt erklärt, daß Flavio der Name des Schriftstellers sei, der über den Kompaß geschrieben habe, und nicht der des Erfinders. Dennoch erhielt die Legende sich bis heute, und im Jahre 1902 schickte die Stadt Amalfi sich allen Ernstes an, ein Fest zum Gedächtnis ihres berühmten Mitbürgers zu veranstalten. Erst die Forschungen Bertellis haben die Jahrhunderte alte Tradition endgültig zerstört. P.

#### 4. Unterricht und Methode.

**Didaktik und Methodik des naturwissenschaftlichen Unterrichts in Amerika.** Wer geneigt sein sollte, den naturwissenschaftlichen Unterricht in Amerika hinsichtlich seiner didaktisch-methodischen Seite zu unterschätzen, den kann ein vor kurzem erschienenes Werk von ALEXANDER SMITH und EDWIN H. HALL<sup>1)</sup> eines Besseren belehren. Indem wir uns weiteres Eingehen auf das Buch vorbehalten, greifen wir zunächst als in erster Reihe bemerkenswert den Abschnitt des von A. SMITH verfaßten chemischen Teils heraus, der den Unterricht in der Klasse — im Gegensatz zum Laboratoriumsunterricht — behandelt. Die Amerikaner haben in den letzten Jahren auch auf diesem Gebiete enorme Fortschritte zu verzeichnen, sie haben sich, was besonders Hervorhebung verdient, die von W. Wundt und E. Mach vorgetragenen Prinzipien vielleicht in höherem Grade zu eigen gemacht, als dies bisher bei uns der Fall gewesen ist, und sie haben auch die Anregungen, die Autoren wie Clifford (*Lectures and Essays*) und Stallo (*Concepts and Theories of modern physics*) gegeben haben, für den Unterricht auszunutzen verstanden.

Der Verfasser ist sich ganz klar darüber, daß das Arbeiten im Laboratorium zwar das wichtigste und grundlegende Unterrichtsmittel ist, daß aber ein planmäßiger Unterricht in der Klasse hinzutreten muß, wenn die Ausbildung vollkommen werden soll. Deshalb wird erstlich besonderes Gewicht auf die Diskussionen („quizzes“) über die Resultate der Laboratoriumsarbeiten gelegt. In diesen sollen, abgesehen von der formalen Übung im Ausdruck, namentlich Schlüsse aus den Beobachtungen gezogen, Anwendungen auf chemische Fragen gemacht und die wissenschaftliche Phantasie betätigt werden. Auch die Vorzüge schriftlicher Bearbeitung von Fragen werden gewürdigt, und es wird verlangt, daß die Beantwortung nicht bloß Gedächtnis, sondern Überlegung und Urteil erfordere. Der Wert experimenteller Demonstrationen wird anerkannt, und dabei empfohlen, daß im allgemeinen ein solcher zusammenhängender Unterricht den praktischen Übungen nachzufolgen habe. Auch der Gebrauch eines Lehrbuches (*text-book*) wird als unumgänglich bezeichnet, denn dieses zeige die im Laboratorium kennen gelernten Tatsachen in ihrem richtigen Zusammenhang und bewahre vor übereilten Verallgemeinerungen.

Von hervorragendem Interesse sind Betrachtungen, die der Verfasser unter dem Titel *The grammar of Science* an den Schluß des Abschnittes stellt. Es schließt sich darin an ein unter demselben Titel veröffentlichtes Werk von K. Pearson an. Wir teilen folgende Bruchstücke daraus mit, die zwar für uns nichts Neues enthalten, aber auch bei uns immer von neuem ernstlicher Erwägung empfohlen werden können:

<sup>1)</sup> The Teaching of Chemistry and Physics in the Secondary School. Longmans, Green & Co., New York, London and Bombay, 1902. 377 S.

Das Wort Erklärung (*explanation*) scheint häufig mißverständlich angewandt zu werden. Eine Erklärung ist nichts als eine Beschreibung, die ein Ding oder eine Vorstellung zu andern mehr bekannten Dingen oder Vorstellungen in Beziehung setzt. So erklären wir die beschleunigte Wasserstoffentwicklung (aus Zink und Schwefelsäure) bei Zusatz von ein wenig Kupfersulfat durch Berufung auf das, was wir von galvanischen Elementen wissen. Auch die Anwendung der Terminologie ist keine Erklärung. Wenn wir z. B. eine Wirkung ‚katalytisch‘ nennen, so klassifizieren wir sie, aber wir erklären sie nicht. Bezeichnen wir die Neigung zu chemischer Aktion als „Affinität“, so setzen wir nur einen Namen für einen andern; wir klassifizieren dadurch, insofern wir diese Neigung durch den Namen von der Kohäsion und anderen allgemeinen Eigenschaften unterscheiden; wir wecken aber anderseits Ideenverbindungen mit Begriffen wie Verwandtschaft, Sympathie, Atraktion, die eher verwirren als erklären. — Der Gebrauch des Wortes Gesetz ist selbst in wissenschaftlichen Büchern häufig so inkorrekt, daß es zu verwundern wäre, wenn nicht auch Lehrer in Gefahr kämen, ihre Schüler irre zu führen. Unzulässig ist es, zu sagen, daß einige Gase dem Boyleschen Gesetz nicht ‚gehörten‘, oder daß Boyle das Gesetz ‚entdeckt habe‘. Von den verschiedenen Bedeutungen, in denen das Wort Gesetz gebraucht wird, sind nur zwei wissenschaftlich berechtigt. Im engern Sinne ist ‚Gesetz‘ nur ein abgekürzter Ausdruck für eine ungeheure Zahl von Einzel Tatsachen; im weiteren Sinn bezeichnet es die Tatsache des gleichmäßigen Verhaltens selbst, die in dem Gesetz zusammenfassend ausgesprochen wird. Keineswegs aber darf der Schein erweckt werden, als ob das Gesetz selbst objektiv als eine besondere Macht in der Natur existiere. Wenn wir bei genauerer Untersuchung entdecken, daß ein Gas sein Volumen nicht genau im umgekehrten Verhältnis des Druckes ändert, so ist es nicht das Gas, welches dem Gesetz nicht gehorcht, sondern das Gesetz erweist sich als unzureichend, die Tatsache exakt darzustellen. Fehlerhaft ist es auch, den Satz von Avogadro als ein Gesetz zu bezeichnen, es ist kein Ausdruck von Tatsachen, sondern (wie auch Ostwald es nennt) eine Hypothese oder ein Postulat der Molekulartheorie. — Auch das Wort ‚Ursache‘ wird häufig falsch angewendet. So spricht man zuweilen vom Gravitationsgesetz als Ursache des Falls der Körper, was nach dem vorher über den Sinn des Begriffes ‚Gesetz‘ Gesagten unzulässig ist. Ursache ist nach Pearsons Ausdruck „eine Stufe in dem Zusammenhang der Erfahrung“, aber keine Stufe in einem Zusammenhang inhärenter Notwendigkeit“. Das Wort Ursache ist nichts als der Ausdruck für eine erfahrungsmäßige Aufeinanderfolge. — Auch die Begriffe ‚Materie‘ und ‚Energie‘ werden vielfach in irreführendem Sinne gebraucht. Man darf z. B. nicht sagen, daß das Weltall aus Materie und Energie bestehe, oder daß die Materie der Träger der Energie, oder daß die Energie die Ursache der Änderungen der Materie sei. Materie und Energie bezeichnen verschiedene Seiten des Wirklichen; wir können logischerweise die eine Vorstellung ebensowenig als Träger der andern bezeichnen, wie in der Koordinatengeometrie eine Achse als Träger der andern. Die Vorstellungen sind unabhängig von einander, Materie und Energie sind nicht Bestandteile der Welt, sondern Begriffe, die unserem Denken über die Welt angehören. —

Aus diesen Beispielen wird man erkennen, wie hier der nüchterne Wirklichkeitssinn des Amerikaners mit dem kritischen Geiste deutscher Philosophie ein Bündnis eingegangen ist, das sich für die Gestaltung des Unterrichts als überaus fruchtbar erweisen kann. Es bedarf kaum des Hinweises, daß der Verfasser Überlegungen wie die vorstehenden nicht den Schülern vorgetragen wissen will, daß er sie aber als Vorbedingung für einen guten naturwissenschaftlichen Unterricht und für die Erzielung wissenschaftlichen Geistes ansieht. P.

**Die Zeichen der Ekliptik und die Präzession.** In einer Zuschrift an den Herausgeber der Zeitschrift „Das Weltall“ (Jahrg. III Heft 10, 15. Februar 1903) regt J. ADAMCZIK in Pribram dazu an, endlich die Verwirrung zu beseitigen, die bekanntermaßen durch die Verschiebung der Zeichen des Tierkreises gegen die gleich benannten Sternbilder hervorgerufen wird. Insbesondere halten die Kalender noch immer daran fest, daß die Sonne am 21. März in das Zeichen des Widders tritt, während sie erst ungefähr vier Wochen später

das so benannte Sternbild erreicht. Es ist allgemein anerkannt, wie lästig und erschwerend sowohl für die allgemeine Orientierung am Himmel wie für den Unterricht diese Unterscheidung ist. In dieser Zeitschrift hat besonders M. Koppe wiederholt auf den Übelstand hingewiesen und Abhilfe verlangt. Herr ADAMCZIK macht nun den sehr zweckmäßig erscheinenden Vorschlag, man solle die „alte historische Zeicheneinteilung der Ekliptik“ festhalten, aber durch Zurückgreifen auf einen besonders ausgezeichneten historischen Zeitpunkt ein für allemal wieder der Lage des Sternbildes anpassen, und dann den Frühlingspunkt in der fixen Zeicheneinteilung wandern lassen, so wie es ja in Wirklichkeit erfolgt. Als geeigneter Zeitpunkt erscheint das Jahr 130 v. Chr., um welche Zeit Hipparch die Präzession entdeckte. Es würde sich dabei um eine Verschiebung der Ekliptikzeichen um ca.  $28^{\circ}$  handeln. Man hätte also den Anfang des Zeichens der Fische ca.  $2^{\circ}$  westwärts vom Ort des jetzigen Frühlingspunkts zu legen und erhielte, wenn man von da aus die Zeichen zu je  $30^{\circ}$  auf einander folgen ließe, eine ziemliche Übereinstimmung der Zeichen und Sternbilder gleichen Namens. So lägen z. B. Aldebaran ( $\alpha$  Tauri), Castor und Pollux ( $\alpha$  und  $\beta$  Gemin.), Regulus ( $\alpha$  Leonis), Spica ( $\alpha$  Virginis), Antares ( $\alpha$  Scorpii) in den entsprechend benannten Zeichen. Man hätte dann konsequenterweise vom Frühlingspunkt im Zeichen und Sternbild der Fische zu sprechen, ebenso vom Herbstpunkt im Zeichen und Sternbild Jungfrau, vom Sommersolstitium im Zeichen und Sternbild Zwillinge, vom Wintersolstitium im Zeichen und Sternbild des Schützen.

Der Verfasser hebt hervor, daß historische Gründe gegen seinen Vorschlag nicht in Betracht kommen können, da das historische Moment infolge Festhaltens der alten Zeicheneinteilung gar nicht dadurch berührt werde. Er macht ferner noch geltend, daß auch die für die Orientierung des Laien am Himmel so wichtigen Angaben über die Mondbewegung in den meisten Kalendern sich auf die jeweiligen Zeichen der Ekliptik beziehen, in denen der Mond sich befindet. Die Verfolgung dieser Stellungen, insbesondere um die Zeit vor und nach dem ersten Viertel, sei aber für die Allgemeinheit ein vorzügliches, und vielleicht das beste und einfachste Mittel jene Orientierung zu gewinnen. Auch im Hinblick hierauf sei die vorgeschlagene Änderung von Wert. Der Verfasser spricht den Wunsch aus, daß bei der Verfassung von Lehrbüchern und der Herstellung neuer Sternkarten und Himmelsgloben von dem bisherigen verwirrenden Verfahren ganz abgesehen werde.

Das wichtigste scheint uns zu sein, daß der tadelnswerte Gebrauch aus den Kalendern verschwindet. Es ist erfreulich, daß gerade von maßgebendster Stelle bereits eine uneingeschränkte Zustimmung zu der Darlegung von ADAMCZIK erfolgt ist. In einer Zuschrift an die Redaktion des „Weltall“ (Heft 13 vom 1. April 1903) erklärt der Direktor der Berliner Sternwarte, Herr G. R. Wilhelm Foerster, daß er sich bemühen werde, zur Beseitigung der bezüglichen Übelstände in der astronomischen Pädagogik und in den Kalendern beizutragen.

P.

### 5. Technik und mechanische Praxis.

**Weiteres von der Quecksilberdampflampe.** Über die in neuerer Zeit von P. Cooper-Hewitt mannigfach veränderte Hg-Lampe, deren erste brauchbare Form ja von Arons herrührt (*diese Ztschr.* X. 37. 1897) und die, in der Phys.-Techn. Reichsanstalt wesentlich verbessert, seit Jahren ein wichtiges Hilfsmittel bei optischen Präzisionsmessungen bildet, ist in dieser Zeitschrift schon ausführlich berichtet worden (XV, 241–244 und 301–302, 1902). Die von Hewitt eingeführte wichtige und für eine allgemeinere Anwendung bedeutungsvolle Neuerung besteht darin, daß: durch Vergrößerung der Lampenoberfläche in Gestalt einer Kühlkammer die sonst notwendige Wasserkühlung in Fortfall kommen kann. Nach neueren Arbeiten scheint aber die Quecksilberlampe, sowohl in der neuen wie in der alten Form, noch weiterer Anwendung, denn als Lichtquelle, fähig zu sein.

Zur Einleitung des Stromdurchganges mußte Arons erst durch Schütteln der Lampe die Elektroden miteinander zur Berührung bringen — entsprechend dem Zusammenführen

der Kohlenstifte bei den gewöhnlichen „Bogen“-Lampen; die einmal eingeleitete Entladung kann dann unterhalten werden mit geringerer Spannung, als dem Elektrodenabstand als Funkenstrecke betrachtet entspricht, d. h. die Betriebsspannung ist kleiner als das Entladungspotential. Die Gasstrecke erlangt also durch die Einleitung der Entladung eine besondere Veränderung ihrer Leitfähigkeit, die beim Aufhören der Entladung wieder verschwindet, ebenfalls ein ganz ähnliches Verhalten wie bei den gewöhnlichen Bogenlampen. Schaltet man nun nach Duddel einem Kohlelichtbogen eine Kapazität  $C$  und eine Selbstinduktion  $L$  in Reihe parallel (diese Ztschr. XIV, 298, Fig. 3, 1901), so wird die Lichtbogenentladung diskontinuierlich infolge Entstehens elektrischer Schwingungen von der Periode  $T = 2\pi\sqrt{LC}$  in dem von  $C$ ,  $L$  und dem Bogen gebildeten Kreise. Ist nun die Entladung in einer Quecksilberlampe eine der gewöhnlichen Lichtbogenentladung nahe verwandte bzw. ihr dem Wesen nach gleiche Erscheinung, so muß sich auch bei dieser unter gleichen Umständen eine solche „Unterbrecherwirkung“ einstellen. Eine solche beobachteten auch SIMON und REICH an einer kugelförmigen Lampe von 15 cm Dm., gespeist mit Gleichstrom von 3000 Volt und 0.5 Amp., während als Kapazität eine Leydener Flasche diente (Phys. Ztschr. IV, 364–72, 1903); die Zündung mußte durch Schütteln der Lampe bewirkt werden, worauf dann immer für einige Sekunden kräftige Schwingungen auftraten, wie sich mit Hilfe einer Oudin-Seibtschen<sup>1)</sup> Resonanzspule (diese Ztschr. XV, 352–353, 1901) von

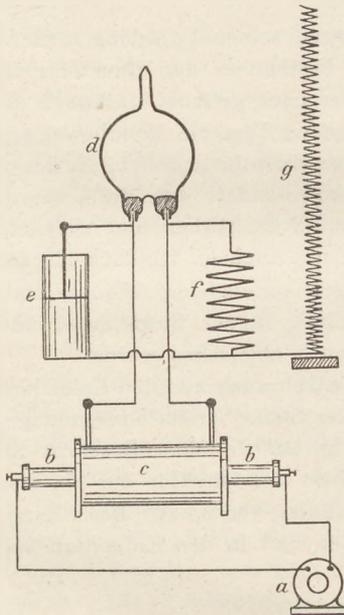


Fig. 1.

2 m Länge, enthaltend  $\sim 400$  m Draht von 0,5 mm Dm. in  $\sim 3000$  Windungen sehr schön nachweisen ließ. Die Schwingungszahl, durch Veränderung der benutzten Selbstinduktion veränderlich, erwies sich von der Größenordnung 50 000 – 1 000 000 in der Sekunde. Auch Gleichstrom von 5000 Volt genügte nicht, die Erscheinung als dauernd zu erhalten, vielmehr wirkte bei eintretender Zündung die ohne Vorschaltwiderstand eingeschaltete Lampe nur als Kurzschluß; eine gewöhnliche Funkenstrecke in Luft oder Öl lieferte die Erscheinung überhaupt nicht. Im Gegensatz hierzu beobachtete HEWITT selber eine solche Unterbrecherwirkung bei Anwendung hochgespannten Wechselstromes (Electric Review 42, No. 8, 21. II. 1903); auch Simon und Reich setzten ihre Versuche unter Benutzung eines solchen fort (Physik.



Fig. 2.

Ztschr. IV, l. c.) und bedienten sich dazu der in Fig. 1 dargestellten Anordnung.  $a$  ist eine Wechselstrommaschine von 180 Volt Spannung,  $b$  die Primärspule — von 648 Windungen —,  $c$  die Sekundärspule eines Induktoriums von Klingelfuß für 40 cm Schlagweite,  $d$  die Hg-Lampe,  $e$  und  $f$  der Schwingungskreis,  $g$  die Resonanzspule; bei 6 Amp. primär und vollkommener Resonanz treten am Ende von  $g$  Büschel von 40 bis 50 cm Durchmesser auf, als Lampen sind alle möglichen Formen geeignet,  $e$  kann ganz klein von wenigen  $\text{cm}^2$  Belegung sein. Durch Photographieren der Elektroden auf einen bewegten Filmstreifen läßt sich die Entladung auflösen, und man findet dann, daß: innerhalb jedes Wechsels der Maschine eine ganze Anzahl von „Zündungen“ eintreten, deren jede sich durch das an beiden Elektroden auftretende Kathodenlicht

<sup>1)</sup> Die einpolig an einen Schwingungskreis angeschlossene und mit diesem in Resonanz befindlich sehr hohe Spannungen zeigende Spule rührt nicht von Seibt her, sondern, wie schon früher erwähnt (diese Ztschr. XV, 352–353, 1902), von Oudin.

als oszillatorische Entladung erweist [vergl. Fig. 2<sup>2)</sup>]. Diese Erscheinung läßt sich aber auch mit einer gewöhnlichen Funkenstrecke erhalten, es stellt somit die Quecksilberlampe in diesem Falle eine Vakuumfunkenstrecke dar, die den gewöhnlichen Funkenstrecken gegenüber sich durch ein relativ hohes Entladungspotential auszeichnet — bei den Versuchen von Simon und Reich 14 000–50 000 Volt, ohne eine dementsprechend höhere Dämpfung zu besitzen. Es ließen sich nun auch weiter mit Gleichstrom dauernde Schwingungen erzeugen, wenn auch dabei die verwendete Spannung dem Entladungspotential der Lampe entsprach, so z. B. mit 5000 Volt bei Verwendung einer Lampe von 5–6000 Volt Entladungspotential mit der Sekundärspule des erwähnten Induktors als Selbstinduktion, sowie mit einer Hochspannungsbatterie von 5000 Volt. Gewöhnliche Funkenstrecken geben anfangs ebenfalls kräftige Schwingungen, die Entladungsform geht aber sehr rasch in die eines Lichtbogens über. Untersucht man diese Vorgänge rechnerisch, so zeigt sich, daß es sich hier um einen oszillatorischen Ladungsvorgang handelt. Die Entladungsschwingungen sind stark gedämpft, demnach treten zwischen den Schwingungsgruppen relativ lange Pausen ein; man kann aber durch geeignete Wahl der Konstanten des Systems wie der Betriebsspannung die Ladungs- mit den Entladungsschwingungen soweit miteinander in Einklang bringen, daß die Pausen bis zur ununterbrochenen Aufeinanderfolge der Entladungswellenzüge abgekürzt werden.

Die geschilderten Eigenschaften eröffnen der Quecksilberlampe ein neues Anwendungsgebiet, und zwar als Vakuumfunkenstrecke in Fällen, wo es sich um Erzeugung ununterbrochen aufeinanderfolgender Schwingungen der erwähnten Größenordnung handelt, und ein solches Anwendungsgebiet ist die Wellentelegraphie. Die Möglichkeit, hierbei durch Anwendung der Duddellschen Schaltung namentlich in Hinblick auf Erreichung einer Syntonie wesentliche Fortschritte zu erzielen, ist erst neuerdings von A. Righi erörtert worden (Righi und Dessau, Die Telegraphie ohne Draht, Braunschweig 1903, S. 463). Während Marconi und die anderen bei ihren ersten Versuchen Righierreger, die nur kurze Wellen aussenden, mit angehängter Antenne verwendeten, in der Meinung, daß letztere gewissermaßen wie ein Resonanzboden bei einer Stimmgabel wirke, äußerte zuerst Ascoli (*Beiblätter XXII, 610, 1898*), daß es sich vielmehr in diesem Falle um einen Erreger Hertzscher Form von großer Wellenlänge handle. In einen solchen ging Marconis Anordnung auch über, als er 1899 statt des Righierregers nur noch eine einfache Funkenstrecke benutzte. Schon früher hatte Lebedew gezeigt (*Wied. Ann. LVI, 9, 1895*), daß die Energie der Strahlung mit der Wellenlänge zunimmt, und 1898 sprach F. Braun ausdrücklich die Absicht aus: „mit längeren Wellen arbeiten zu wollen, wie sie bei Entladung von Leydener Flaschen der üblichen Größe in einem Kreise von mäßiger Selbstinduktion entstehen“ (*Phys. Ztschr. IV, 361–364, 1903*). Auch von anderen ist die Zweckmäßigkeit längerer Wellen zur Erreichung einer guten Wirkung betont (*B. v. Czudnochowski, Phys. Ztschr. II, 105–107, 1900*), sowie theoretisch diskutiert worden (*Abraham, Wied. Ann. LXVI, 435, 1898*), trotzdem ist man lange über diesen Punkt uneins gewesen, bis Lindemann (*Dissertation, Rostock, Ann. d. Phys. II, 376, 1900*) den Nachweis lieferte, daß die Eigenschwingungen des Righierregers bei Anwendung einer Antenne einer von den Abmessungen dieser abhängigen Schwingung sehr großer Wellenlänge superponiert sind; die neueren Anordnungen für Wellentelegraphie arbeiten nur noch mit diesen langen Schwingungen. Hier sind die zwischen den Wellenzügen der Einzelentladungen auftretenden Pausen relativ sehr groß; dies erschwert einmal die sichere und schnelle Zeichenübermittlung, setzt aber ferner der in Strahlung umzusetzenden Energiemenge Grenzen, und außerdem ist gerade das Auftreten von gedämpften Wellenzügen abwechselnd mit Pausen vollkommener Ruhe wohl der Hauptgrund für die bisher so wenig befriedigenden Ergebnisse aller Versuche, eine auf Resonanz zwischen Geber und Empfänger beruhende abgestimmte Telegraphie zu erzielen. Nach den früheren Ausführungen bietet nun hier die Quecksilber-

<sup>2)</sup> Schematisch nach Simon und Reich, l. c. Fig. 6.

lampe als Vakuumfunkenstrecke die Aussicht auf Erfolg. Zunächst bietet sie, wie oben ausgeführt, ein Mittel, die Pausen zum Verschwinden zu bringen; ferner gestattet sie, ohne gleichzeitige Steigerung der Dämpfung das Entladungspotential und damit die in die Schwingungen hineinzugebende Energiemenge sehr erheblich zu steigern. Nun blieb aber, selbst bei völligem Verschwinden der Pausen, immer noch der Übelstand bestehen, daß infolge der Dämpfung die einzelnen Schwingungen ungleiche periodisch veränderliche Amplituden besitzen, während doch das erstrebte Ziel ist: Schwingungen konstanter Amplitude in ununterbrochener Folge zu erzeugen. Dies ließe sich so erreichen, daß man durch entsprechende Wahl der in Betracht kommenden Größen die Dämpfung soweit treibt, daß schon die Amplitude der zweiten Schwingung jedes Wellenzuges verschwindend klein wird, und andererseits die Konstanten des Primärstromkreises so wählt, daß schon nach Ablauf einer Schwingung der Entladung eine neue „Zündung“ eintritt. Ein anderer, auch von Simon und Reich besprochener Weg ist der, statt der symmetrischen Vakuumfunkenstrecke elektrische Ventile anzuwenden, welche, wie das sogen. Ventil von Gaugain (*Riefs, Abhdlgn. zur Reibungsel. I, 133–151. und Fig. 5, 1867*) oder die Trichterröhre von Holtz (*Wied. Ann. X, 336, 1880*), für Ströme bestimmter Richtung einen geringen Widerstand zeigen. In diesem Falle würde sich dann der Vorgang — immer die Speisung mit Gleichstrom vorausgesetzt — so abspielen: Aufladen der Kapazität — Entladung durch die Funkenstrecke und damit umgekehrtes Laden der Kapazität — Ausgleich dieser Ladung gegen die Stromquelle — erneute Aufladung durch die Stromquelle u. s. w.; es wäre dann allein der Kapazitätskreis von einem hochfrequenten Wechselstrom durchflossen. Zur Verwirklichung des Gesagten bedarf man also einer Ventilwirkung zeigenden Quecksilberlampe.

Die Lampen von Hewitt sind nun im Gegensatz zu denen von Arons und den Versuchsvorrichtungen früherer Experimentatoren (*vergl. diese Zeitschr. XV 301–302, 1902*) unsymmetrisch: ihre — Elektrode besteht aus Quecksilber, ihre + Elektrode aus Eisen bzw. Stahl. Der Hauptsitz des hohen Anfangswiderstandes ist die — Elektrode, und muß der Zündstrom hoher Spannung die gleiche Richtung haben wie der Betriebsstrom (*v. Recklinghausen, E.T.Z. XXIII. 494–495; 1902*). Es ist aber Hewitt jetzt gelungen, diese hier offenbar vorliegende „Ventilwirkung“ noch weiter zu steigern, sodaß nur Ströme bestimmter Richtung von der

Lampe merklich durchgelassen werden, sodaß dieselbe bei Anwendung von Wechselstrom als „Gleichrichter“ wirkt. Eine ähnlichen Zwecken dienende Einrichtung ist der Aluminiumgleichrichter von Graetz (bestehend aus je einen Aluminiumpol enthaltenden Zellen, welche jede 22 Volt abdresseln.) Hewitt hat so einen sehr einfachen und handlichen Apparat hergestellt, der die Umwandlung von Drehstrom in Gleichstrom in sehr bequemer Weise gestattet (*E.T.Z. XIV. 187–188; 1903*); derselbe besteht in einer kugelförmigen Lampe mit 1 Quecksilber- und 4 oberen Stahlelektroden. Von den letzteren werden drei an je eine Klemme der drei in Sternschaltung verbundenen Phasenwickelungen angeschlossen; von deren Nullpunkt und der Quecksilber- elektrode gehen dann die beiden Gleichstromleitungen aus (*vergl. Fig. 3*). Hewitt benutzte eine Lampe von 175 mm Durchmesser und 230 mm Länge, welche unter Umsetzung einer Leistung von  $\sim 8$  K.W. 200 Glüh-

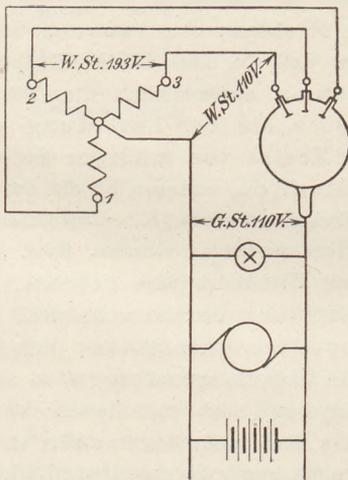


Fig. 3

lampen von je 16 Kerzen speisen konnte und ein Gewicht von  $\sim 1,4$  kg besaß. Der Spannungsabfall in der Lampe beträgt  $14 \div 6$  Volt, der Wirkungsgrad bei 1800 Volt 99%, bei 600 Volt 95%; die Betriebsspannung läßt sich auf 3000, ja wahrscheinlich bis auf 10 000 Volt steigern. Daß eine so einfache, keiner Wartung bedürftige und wenig Raum einnehmende Vorrichtung

dem für hohe Spannungen sehr umfangreichen Aluminiumgleichrichter vorzuziehen ist (unter Voraussetzung genügender Betriebssicherheit und Dauerhaftigkeit), bedarf keines Hinweises; das Gelingen dieser Versuche eröffnet aber auch die Aussicht auf die mögliche Erreichung des oben angedeuteten Zieles zur Vervollkommnung der Wellentelegraphie.

Von großer Wichtigkeit sind nun in diesen Fällen die sich an der Quecksilberelektrode abspielenden Vorgänge. Zunächst tritt bei freier Quecksilberoberfläche ein stetes unregelmäßiges Umherwandern des Lichtbogenursprunges ein, wogegen Hewitt besondere Mittel anwenden mußte (*d. Zeitschr.* XV 242, Fig. 1, F). In sehr einfacher Weise kann man dieser Unruhe nach v. RECKLINGHAUSEN steuern, wenn man den Platinzuführungsdraht etwas über die Quecksilberoberfläche hinausragen läßt; dann haftet der wandernde Lichtpunkt an dessen Austrittsstelle (*E.T.Z.* XXIV, 495, Spalte 3). Tatsächlich ist dieser Lichtpunkt der Ursprung eines kurzen Lichtbüschels und drückt eine kleine Vertiefung in die Kathodenoberfläche; Versuche von v. Recklinghausen lassen es als sehr wahrscheinlich erscheinen, daß die Haupt-Stromleitung nur durch dieses Büschel erfolgt; denn eine mit zwei in demselben Sinne von der Anode, jedoch in verschiedenem Abstände von dieser gelegenen Kathoden versehene Röhre zeigte, daß nach Einleitung der Entladung durch die ganze Röhre die der Anode nähere Kathode trotz ihrer unmittelbaren leitenden Verbindung mit der zweiten und der Stromquelle doch erst dann die Stromleitung übernahm, wenn durch regelrechte Zündung mit hoher Spannung ein solches Büschel auf ihr erzeugt war. In einem senkrecht zur Strombahn stehenden Magnetfeld wird die gesamte Lichtsäule in bekannter Weise abgelenkt; ein eigentümliches Verhalten zeigt aber dabei nach Versuchen von STARK (*Verh. Dtsch. Phys. Ges.* V, 87÷89; 1903) das erwähnte Büschel, insofern sein oberer Teil wie die Lichtsäule, sein unterer Teil jedoch in entgegengesetzter Richtung an die Glaswand getrieben wird und sich dabei um so tiefer in das Quecksilber eingräbt, je stärker das Magnetfeld ist. Bei  $\phi = \sim 5000$  und 3 Amp. Lampenstrom betrug die Einsenkung 15 mm. Diese merkwürdige Erscheinung deutet auf relativ starke Druckkräfte, die einer näheren Untersuchung zugänglich scheinen. Hierbei haben nun STARK und REICH weitere interessante Erscheinungen gefunden (*Phys. Zeitschr.* IV, 321÷324; 1903). Sie benutzten einfache bogenförmige symmetrische Röhren Aronsscher Anordnung, welche an den Elektrodenenden kleine angeschmolzene und gut ausgepumpte Manometerröhrchen besaßen; eine der Röhren war im Scheitel der Biegung mit einem abwärts gerichteten Kondensationsgefäß versehen; der Druck des Restgases war  $< 0,005$  mm. Mit Hilfe dieser Manometer findet man: in einer Röhre ohne Kondensationsgefäß steigt nach Einleiten der Entladung der Dampfdruck langsam in den ersten 2 Minuten; sobald die Temperatur soweit gestiegen ist, daß innen kleine Quecksilbertröpfchen verdampfen, rasch von  $\sim 2$ ÷10 mm, während gleichzeitig die Spannung steigt, die Stromstärke sinkt; dann steigt der Druck langsam weiter auf 15 mm. Bei dauerndem Betriebe tritt sodann infolge der hohen Temperatur Erweichen der Röhre ein; Konstanthalten der Stromstärke führt sehr rasch zur Zerstörung der Röhre. Besitzt die Röhre ein Kondensationsgefäß, so steigt der Dampfdruck bis zu einem stationären Werte von 2÷5 mm. Diese Beobachtungen erklären sowohl die Abhängigkeit der Quecksilberlampe von der Außentemperatur, als auch die Bedeutung der Kühlkammer. An beiden Elektroden angebrachte Manometer zeigten, wenn die Elektroden in Querschnitt und Quecksilbermenge kongruent sind und kein Quecksilber zurücktropfen kann, keine Unterschiede in ihren Angaben. Sind nun auch die Drucke auf die Elektroden gleich, so sind die auf die Strombasis ungleich. An der Kathode ist diese kleiner, daher der spezifische Druck größer als an der Anode, und zwar um den Betrag der erwähnten Vertiefung; dieser Überdruck läßt sich durch die mittelbar eine Folge der kleinen Strombasis darstellende starke Verdampfung durch die Joulesche Wärme erklären. Ein leicht beweglich im Röhrenscheitel aufgehängtes Glimmerblatt zeigt bei Erhitzung einer der Elektroden der stromlosen Lampe eine Dampfströmung nach der kälteren Elektrode an; bei Stromdurchgang zeigt der Ausschlag des Glimmerblättchens einen Dampfstrom Anode→Kathode. Hiermit stimmt überein, daß bei einer längere Zeit in Betrieb befindlichen Röhre ohne

Kondensationsgefäß — Kühlkammer — das Quecksilber an der Kathode sich vermehrt, an der Anode vermindert; bei Vorhandensein eines Kondensationsgefäßes nimmt dagegen das Quecksilber an beiden Elektroden ab, an der Anode jedoch in stärkerem Maße. Der in das Kondensationsgefäß eintretende Dampfstrom ist sichtbar, er leuchtet; sein Aussehen ändert sich vom Beginn des Stromdurchganges bis zur Erreichung eines stationären Zustandes entsprechend den Druckdifferenzen zwischen Kühlkammer und Bogenraum: mit zunehmender Druckdifferenz tritt Zusammenziehung des anfänglich stark divergierenden Dampfstrahlbüschels und Schwächerwerden der ursprünglich vorhandenen Schichten ein bis zu ihrem völligen Verschwinden und Ausbildung eines zylindrischen Strahles. Auch dieser Dampfstrahl übt Druckwirkungen aus.

Nach dem allen dürften wohl bald weitere überraschende Tatsachen betreffs der Quecksilberlampe zu erwarten sein, die, wie schon früher ausgeführt, die älteste elektrische Lampe ist.

W. B. v. Czudnochowski.

**Über die Antifrikationslagerung und über ein Dynamometer für kleine Kräfte.** Von I. I. TAUDIN CHABOT (Physikal. Ztschr. III, 513—515, 1902). Die Antifrikationslager haben nach dem Verf. den Zweck, bei bewegliche Organe besitzenden physikalischen Apparaten „Lecks zu verstopfen, durch welche ein Teil der zirkulierenden Energie verloren geht“, wenigstens nach Möglichkeit. Man hat zweierlei Arten solcher Lager zu unterscheiden: 1) die Kugel- oder Rollenlagerung, welche letztere z. B. bei der Atwoodschen Fallmaschine Verwendung findet, 2) die auf dem Archimedischen Prinzip bzw. dem Auftrieb beruhende, wie sie z. B. von Ampère und Faraday bei elektromagnetischen Drehapparaten verwendet werden, und bei den Fluidkompassen allgemein benutzt wird. Während für die zweite Art im allgemeinen die richtige Bemessung des Schwimmkörpers genügt, sind für die erstere Gattung, besonders für das Kugellager, mehrere Punkte maßgebend, es muß: 1) die Gesamtmasse der Lagerkugeln gegen die Gesamtmasse des gelagerten Systems verschwindend klein sein 2) innerhalb der gegebenen Grenzen der Durchmesser der Lagerkugeln möglichst groß sein 3) der Durchmesser des gesamten Lagers möglichst klein sein.

Ist  $d$  der Durchmesser einer und  $n$  die Anzahl der Lagerkugeln, so ist der Lagerdurchmesser:

$$\text{innen: } d = d \left( \frac{1}{\sin \frac{180}{n}} - 1 \right), \text{ und außen: } D = d \left( \frac{1}{\sin \frac{180}{n}} + 1 \right).$$

Die Reibung soll möglichst nur rollend, nicht gleitend sein.

Zur Beurteilung der Güte einer solchen Lagerung ist für eine bestimmte gelagerte Masse das zur Bewegung derselben nötige kleinste Drehmoment zu bestimmen. Das vom Verf. hierzu benutzte Dynamometer besteht aus einem an einem Coconfaden aufgehängten Gewicht  $P$ ; der Faden spielt über einer Kreisteilung und wird im Abstände  $r$  vom Aufhängepunkt von einem an der (vertikal stehenden) Achse des gelagerten Systems befestigten Hebel berührt. Wird nun der Aufhängepunkt tangential zur Achse bewegt, so wird der Faden durch den Hebel aus der Vertikalen abgelenkt, wodurch ein mit der Ablenkung wachsendes Drehmoment seitens  $P$  auf den Hebel und damit auf das gelagerte System ausgeübt wird, für welches, wenn  $\alpha$  die Fadenablenkung ist, gilt:

$$F = r \cdot P \sin \alpha \cos \alpha = \frac{r P}{2} \sin 2 \alpha.$$

Für eine gelagerte Masse  $M = 2750$  g bei  $d = 7,95$  mm,  $n = 8$ ,  $P = 20,0$  g,  $r = 180$  mm,  $\alpha = 2^\circ$  fand der Verfasser demnach  $F = 12,564$  g. Auf Grund dieses wie eines Versuches mit  $M = 9000$  g berechnet Verfasser für einen erdmagnetischen Rotationsapparat von  $M = 4800$  und einem Magnetisierungsmaximum  $m = 7 \cdot 10^5$  ( $\text{cm}^{3/2} \text{g}^{1/2} \text{sec}^{-1}$ ) bei Verwendung desselben Kugellagers eine Horizontalintensität  $H = 0,035$  ( $\text{cm}^{-1/2} \text{g}^{1/2} \text{sec}^{-1}$ ) als zur Drehung des normal zur erdmagnetischen Ortsebene orientierten Apparates eben noch hinreichend.

B. v. Cz.

## Neu erschienene Bücher und Schriften.

**Das Buch der Natur von Friedrich Schödler.** 23. vollständig neubearbeitete Auflage. In drei Teilen. Zweiter Teil, zweite Abteilung: Mineralogie und Geologie, von Prof. Dr. B. Schwalbe. Unter Mitwirkung von Dr. E. Schwalbe beendet und herausgegeben von Prof. Dr. H. Böttger. Mit 418 Abbildungen und 9 Tafeln. XXV und 766 S. M 12, geb. M 13,50.

An dem hier vorliegenden Buche hat der verewigte Bernhard Schwalbe in der letzten Zeit seines Lebens mit besonderer Liebe gearbeitet. Denn ein von Jugend auf gehegter Wunsch von ihm ging dahin, einmal nach dem Vorbilde Humboldts ein großes zusammenfassendes Werk über die physikalische Geographie unseres Erdballes zu schreiben. Andere Pflichten haben ihn zur Ausführung dieses Vorhabens nicht kommen lassen. Aber diese Darstellung der Mineralogie und Geologie zeigt, in welcher Weise er auch die größere Aufgabe zu bewältigen verstanden hätte. Die Materialien zu dieser Darstellung waren von lange her gesammelt, namentlich zur Geologie, für die er bereits 1879 ein kurzgefaßtes Lehrbuch veröffentlicht hat. Erinnerung sei auch an seinen anregenden Aufsatz über das geologische Experiment in der Schule, der im zehnten Jahrgang dieser Zeitschrift erschienen ist.

Als der Tod dem Nimmerrastenden die Feder aus der Hand nahm, war das Buch erst bis zum 28. Bogen gedruckt; für den Rest lagen nur unvollständige Aufzeichnungen vor, die der Herausgeber H. Böttger in pietätvollster Weise verbunden und zu einem Ganzen vervollständigt hat. Das Werk umfaßt nunmehr die allgemeine Mineralogie (S. 4—59), die spezielle Mineralogie nebst Zusammenfassungen über Verbreitung, Vorkommen, Gewinnung und Verwendung der Mineralien (S. 60—154); dann als Hauptteil die Geologie (S. 155—602), die gegliedert ist in Gesteinslehre, historische Geologie, dynamische Geologie, postpliocäne Zeit und Erdentstehung. Dankenswerte Ergänzungen sind auch die von E. Schwalbe verfaßten Abschnitte über die Deszendenztheorie und über den prähistorischen Menschen. In mehreren umfangreichen Anhängen, für die noch fast nichts vorbereitet war, hat H. Böttger, eine im Gesamtplan bereits angegebene Absicht Schwalbes ausführend, noch folgende Abschnitte hinzugefügt: eine Übersicht über die Krystallsysteme nach der Symmetrie der Krystallformen (S. 603—685); einen Exkurs über Höhlen, über die Schwalbe selbst mehrfach Forschungen angestellt hatte (S. 686—708); eine Darstellung der Orogenie (S. 708—743); endlich einen Abriß der erwähnten Abhandlung über das geologische Experiment in der Schule (S. 743—747). Den Schluß bildet ein sehr genaues Register (S. 749—766).

Die Ausstattung des Werkes ist eine ganz vorzügliche; insbesondere befindet sich unter den Abbildungen eine große Zahl von phototypischen Vollbildern. Das Werk stellt in jeder Hinsicht ein würdiges Denkmal des dahingeschiedenen Verfassers dar. Bemerkenswert sei schließlich noch, daß von diesem Band auch eine Sonderausgabe unter dem Titel: Grundriß der Mineralogie und Geologie von Prof. Dr. B. Schwalbe erschienen ist, die sich als brauchbares Handbuch für den in diesen Gegenständen unterrichtenden Lehrer erweisen wird.

**Lehrbuch der Physik.** Von O. D. Chwolson, Professor an der k. Universität zu Petersburg. Übersetzt von H. Pflaum, Oberlehrer in Riga. I. Band. XX und 791 S. Mit 412 Abbild. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn, 1902. M 12, geb. M 14.

Dies Werk des bekannten russischen Physikers hat bereits in der deutschen Fachliteratur hohe Anerkennung gefunden; auch E. Wiedemann hebt in einem kurzen Begleitwort die hervorragende Bedeutung des Werkes hervor und mißt ihm einen besonderen Wert für unsere ganze Unterrichtsmethode bei. Dies dürfte besonders bei den sehr sorgfältig dargestellten Grundlehren der Mechanik zutreffen, in denen auf prinzipielle Fragen genauer eingegangen wird, als es sonst selbst in größeren Lehrbüchern zu geschehen pflegt. Als „ursprüngliche“ Größen, die keine Definition zulassen, werden Länge, Zeit, Druck und Geschwindigkeit eingeführt; die Grundgleichungen werden nicht als schlechthin identische Gleichungen angesehen, wie dies sonst häufig geschieht, so ist z. B. Dichte nicht die Masse der Volumeinheit, sondern sie wird durch die Masse der Volumeinheit „gemessen“. Für spezifisches Gewicht wird die Bezeichnung Gewichtsichte, im Gegensatz zu Massendichte, eingeführt, wofür jedoch keine Nötigung vorhanden sein dürfte, obwohl zuzugeben ist, daß das spezifische Gewicht nicht als ein Gewicht definiert werden darf. Besonders sorgfältig und ausführlich sind die Abschnitte über Arbeit und Energie behandelt. Neu ist, daß auch die ganze Theorie der Strahlung schon in der Mechanik im Anschluß an die harmonische Bewegung vorgeführt wird. (Vom Huygensschen Prinzip wird gesagt, daß die bekannte Ableitung für das Zustandekommen eines Strahls keine ganz strenge Kritik vertragen kann und daß den Strahlen keinerlei reale Bedeutung zukommt.) Originell ist auch, daß die spezielle Mechanik mit den gasförmigen Körpern beginnt; dann erst folgen die flüssigen, zum Schluß die festen Körper.

Das Werk, dessen russische Ausgabe bereits in der zweiten Auflage vorliegt, umfaßt noch drei weitere Bände, die in kurzen Zwischenräumen erscheinen sollen. Der Inhalt ist, nach dem ersten Bande zu urteilen, in theoretischer wie experimenteller Hinsicht so reichhaltig und auch den neuesten Forschungen Rechnung tragend, daß das Werk sich als ein Grundwerk neben die besten vorhandenen stellen wird. P.

**Wellenlängen-Tabellen für spektralanalytische Untersuchungen.** Auf Grund der ultravioletten Funkenspektren der Elemente von Prof. Franz Exner und Dr. E. Haschek. Teil I, 83 S. Teil II, 269 S. Leipzig und Wien, Franz Deuticke, 1902.

Die Verfasser sind zur Ausführung dieser mühevollen Untersuchung geführt worden durch die Absicht, mittels spektralanalytischer Untersuchung des in Wien vorhandenen Meteoritenmaterials etwaige kosmische Elemente nachzuweisen. Dazu war erforderlich, die Spektren aller bekannten Elemente nach einer einheitlichen Methode und mit dem erforderlichen Grad von Genauigkeit auszumessen. Zur Erzeugung der Funken diente ein Hochspannungstransformator, der dem Induktorium an Leistungsfähigkeit weit überlegen ist. Das Spektrum wurde mit einem Rowlandschen Konkavgitter von 15 engl. Fuß Krümmungsradius und 20 000 Linien auf den engl. Zoll entworfen und auf hochempfindlichen Bromsilbertrockenplatten fixiert. Der Aufnahmebereich erstreckte sich vom äußersten Violett bis ins Blau von der Wellenlänge 4700 Angström-Einheiten. Gegenüber den Einwänden von H. Kayser halten die Verfasser die Vorzüge ihrer Methode aufrecht. Die Tabellen, die den Hauptinhalt des Buches bilden, enthalten erstens eine Zusammenstellung der Hauptlinien aller 75 untersuchten Elemente, zweitens eine nach Wellenlängen geordnete Zusammenstellung der stärkeren Linien aller Elemente, und drittens die vollständigen Spektren der einzelnen Elemente. Die Verfasser haben mit dieser verdienstvollen Arbeit ein Grundwerk geliefert, wie es bisher noch nicht vorhanden war. Die neuerdings (1900) von Kayser ausgeführte Bestimmung einer Reihe von Standardlinien im Bogenspektrum des Eisens konnte von den Verfassern nicht mehr benutzt werden. Dagegen haben ihnen die von Rowland und von Kayser gemessenen Linien des Platinspektrums zur Kontrolle gedient und eine befriedigende Übereinstimmung ergeben. P.

**Anleitung zur Aufstellung von Wettervorhersagen** für alle Berufsklassen, insbesondere für Schule und Landwirtschaft, gemeinverständlich bearbeitet von Prof. Dr. W. J. van Bebbber, Abteilungsvorstand der deutschen Seewarte. Mit 16 Abbildungen. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn, 1902. 38 S. M 0,60.

Das Schriftchen des bekannten Meisters der Witterungskunde ist aus langjährigen Erfahrungen hervorgegangen und enthält in gedrängter Darstellung alles Wissenswerte in Bezug auf die Praxis der Wettervorhersage. Die Wetterprognosen der Zentralstellen setzen bekanntlich voraus, daß der Empfänger mit den Grundzügen der Witterungskunde hinreichend vertraut ist, um auf Grund lokaler Beobachtungen die Prognosen richtig zu verwerten. Hierzu vor allem will das Schriftchen anleiten; sein wichtigster Bestandteil sind die Charakteristiken der fünf Hauptwettertypen, die für Europa in Betracht kommen und die in Tabellenform übersichtlich zusammengestellt sind. Eine noch übersichtlichere Zusammenordnung der Wetterkärtchen mit dem gesamten zugehörigen Text dürfte bei einer neuen Auflage, selbst auf Kosten einer geringen Vermehrung des Umfanges, ratsam sein. P.

**Grundriß der Elektrotechnik, für technische Lehranstalten.** Von Dr. Wilhelm Brusch. XII und 168 Seiten, 248 Fig. Leipzig 1902. B. G. Teubner. Geb. 3 M.

Das vorliegende Buch, entstanden aus dem dem Ref. leider nicht bekannten „Leitfaden der Elektrizität im Bergbau“ durch Weglassung alles Speziellen und Erweiterung hinsichtlich des Allgemeinen, gibt trotz seines geringen Umfanges eine recht vollständige Übersicht über die Starkstromtechnik der Gegenwart. Der Verf. behandelt in 20 inhaltlich gut abgerundeten Vorträgen, sehr zweckmäßig ausgehend vom magnetischen Felde, zunächst die Beziehungen zwischen Elektrizität und Magnetismus, die Stromwirkungen, Primär- und Sekundärelemente und deren Schaltungen, Leitungen, Sicherungen und Hilfsapparate, dann die Induktion, Gleichstrommaschinen und -motoren, Wechselstrommaschinen und -motoren, die Kraftübertragung, die Beleuchtung, die Leitungsanlagen und die Minenzündung. Die besprochenen Vorrichtungen und Maschinen sind durch ganz vorzügliche Darstellungen in der Technik wirklich gebrauchter Ausführungen, meist unter Beifügung ihrer Schaltungsschemata, erläutert. Wichtiges ist durch fetten Druck hervorgehoben, minder Bedeutendes durch kleinen Druck gekennzeichnet. Seiner Bestimmung, als Hilfsbuch beim Unterricht zu dienen, ist durch Anführung von Versuchen, die nicht allzu reiche Mittel voraussetzen, wie durch eingestreute Zahlenbeispiele Rechnung getragen.

Im einzelnen möchte Ref. auf folgende Punkte aufmerksam machen. Auf S. 2 fehlt eine Definition der Kraftlinieneinheit; zu beanstanden ist auch hier die zu Verwechslungen Anlaß gebende

Schreibweise *H* statt  $\xi$ . S. 27—29 fehlen leider die jetzt so viel gebrauchten Instrumente nach dem Deprez-d'Arsonval-Prinzip und S. 30 hätten den doch wichtigen Wattmetern etwas mehr Worte gewidmet werden können. S. 33 erscheint Ref. die Bezeichnung „Zeigerstrom“ und „Gegenzeigerstrom“ nicht glücklich gewählt. Auf S. 57 ist Fig. 72 unverständlich, da der Buchstabe *D* zweimal steht, außerdem wäre vielleicht die ausführliche Besprechung eines „selbsttätigen Regulators“ zweckmäßiger gewesen. Fig. 77b ist unzulänglich, da der dargestellte Schalter nur für Meßinstrumente brauchbar ist. Auf S. 120 vermißt Ref. in der Zusammenstellung von Kraftübertragungsanlagen einen Hinweis auf die neuen Anlagen in Amerika mit Spannungen von 40 000—60 000 Volt, sowie eine Erwähnung der elektrostatischen Voltmeter. Im 18. Vortrag (S. 124—137) ist zunächst nicht richtig, daß das Regelwerk einer Bogenlampe auf einer Wechselwirkung zwischen Magnetismus und Federkraft beruht, das ist einer der vorkommenden Fälle, aber kein allgemeiner Grundsatz; ferner wäre den Darstellungen der Haupt-, Nebenschluß- und Differentiallampe (Fig. 150—152) Einheitlichkeit mit Rücksicht auf die wirkliche Ausführung — auch im Schema — zu wünschen, schließlich wäre es sehr erfreulich, wenn statt der zwar ziemlich richtigen schematischen Zeichnung Fig. 156 endlich einmal eine wirklich der Wahrheit entsprechende Abbildung eines normalen Lichtbogens gegeben würde. — Trotz dieser Ausstellungen glaubt Ref. das Werk warm empfehlen zu können.

*B. von Czudnochowski.*

**Das Selen und seine Bedeutung für die Elektrotechnik.** Mit besonderer Berücksichtigung der drahtlosen Telephonie. Von E. Ruhmer. 57 S. 49 Textfiguren. Berlin 1902. Verlag der Administration der Fachzeitschrift „Der Mechaniker“ (F. u. M. Harrwitz).

Die kleine Schrift zerfällt in drei Teile: Das Selen und seine Eigenschaften — Die Bedeutung des Selens für die Elektrotechnik — Die Telephonie ohne Draht. Der durch seine eigenen Arbeiten auf dem in Rede stehenden Gebiete bekannte Verfasser gibt ein recht klares, übersichtliches und vollständiges Bild von den Eigenschaften und Anwendungen des Selens, wobei besonders die zahlreichen geschichtlichen Angaben anzuerkennen sind.

*B. v. Czudnochowski.*

**Die Theorie der elektrolytischen Dissoziation.** Von Max Roloff. Berlin, Julius Springer, 1902. IV u. 84 S. Ungeb. M 2.

Das Buch behandelt sehr eingehend und klar eine Frage, die, nachdem sie schon entschieden zu sein schien, jetzt von neuem aufgerollt wird, die Frage der elektrolytischen Dissoziationstheorie. Das Buch ist aus Vorträgen entstanden, die der Verf. vor Praktikern und Analytikern gehalten hat, und hat daher zunächst den Zweck, die Anwendbarkeit und Nützlichkeit der Ionentheorie für praktische analytische Fragen zu demonstrieren. Der Verf. entwickelt die experimentellen Grundlagen der Theorie und ihre geschichtliche Entwicklung sehr geschickt und vollständig. Er gibt kein erdrückendes Zahlenmaterial, führt jedoch die grundlegenden Originalarbeiten mit bemerkenswerter Vollständigkeit an und resümiert sie kurz und geschickt. Es wird gezeigt, wie die neue Theorie eine Fülle von früher unerklärbaren Erscheinungen auf den verschiedensten Gebieten der Physik und Chemie, besonders der analytischen Chemie, in einen einfachen Zusammenhang gebracht hat.

Die letzte Phase in der Geschichte der Theorie, die verschiedenartigen Versuche, die Abweichungen, welche die starken Elektrolyte von den einfachen Forderungen der Ionentheorie zeigen, zu erklären, wird nur wenig berücksichtigt. Der Verf. gibt dagegen — das ist das Neue an dem Buch — auf Grund einer einfachen Annahme eine Ableitung des van't Hoff'schen Verdünnungsgesetzes, das bisher nur als empirische Interpolationsformel benutzt wurde. Sein Standpunkt ist dem von Arrhenius ähnlich; durch die Anwesenheit vieler Ionen wird nach ihm die dissoziierende Kraft des Wassers erhöht, so daß die einfachen Folgerungen der Dissoziationstheorie nur für sehr verdünnte Lösungen oder für schwach dissoziierte Substanzen gelten. Ob diese Annahme richtig ist, werden vielleicht die Arbeiten der nächsten Jahre entscheiden. — Das Büchlein wird Fernerstehenden das Verständnis der zu erwartenden Diskussionen erleichtern und ist daher Praktikern wie Theoretikern in gleichen Maße zur Orientierung zu empfehlen.

*W. Roth.*

**Anleitung zur Darstellung organisch-chemischer Präparate.** Von S. Levy. Vierte verbesserte und erweiterte Auflage. Herausgegeben von Dr. A. Bistrzycki, o. Prof. d. Univ. Freiburg i. d. Schweiz. Stuttgart, F. Enke, 1902. VIII u. 224 S. Geb. M 4,20.

Das alte Levysche Präparatenbuch ist in seiner dritten Auflage (1895) von Bistrzycki erheblich umgearbeitet und verbessert worden und hat in seiner jetzigen Gestalt wieder einige Umänderungen und Erweiterungen erfahren. In einer knapp und klar geschriebenen Einleitung gibt der Verf. dem Anfänger, namentlich dem an anorganische Arbeitsweise gewöhnten, eine Reihe von allgemeinen praktischen und pädagogischen Anweisungen. Schmelz- und Siedepunktsbestimmungen werden eingehend behandelt. Die Auswahl der Präparate — etwa 90 an der Zahl — ist gut;

technisch und theoretisch interessante Substanzen wechseln sich ab; alle Haupttypen der organischen Verbindungen und alle Arbeits- und Darstellungsmethoden kommen vor. Auf die Prüfung der Reinheit, auf die wichtigsten Reaktionen der Haupt- und Nebenprodukte und ihre physikalischen Eigenschaften wird Gewicht gelegt. Die Abbildungen sind gut, die chemischen Erläuterungen ausreichend, die experimentellen Anweisungen klar und ausführlich, bei schädlichen oder feuergefährlichen Substanzen gibt der Verf. immer von neuem gute Verhaltensmaßregeln; das Buch kann daher mehr als manches andere organische „Kochbuch“ für den Selbstunterricht empfohlen werden. *W. Roth.*

**Hand- und Hilfsbuch zur Ausführung physiko-chemischer Messungen.** Von W. Ostwald, Direktor, und R. Luther, Subdirektor des physikalisch-chemischen Instituts der Universität Leipzig. Mit 319 Figuren im Text 2. Aufl. Leipzig, W. Engelmann, 1902. XII u. 492 S. Geb. M 15.

Die von Leitern physikalischer und ähnlicher Institute herausgegebenen Lehrbücher und Kurse entspringen im allgemeinen aus den Bedürfnissen des speziellen akademischen Wirkungskreises, entsprechen also mehr lokalen und berechtigten persönlichen Interessen. Die von Ostwald oder unter seiner Ägide herausgegebenen diesbezüglichen Bücher ragen in ihrer Bedeutung über diese engere Sphäre hinaus. Das vorliegende Hilfsbuch bringt zunächst etliche Abschnitte mehr oder weniger rein physikalischer Natur, über Rechnen, Messen, Wägen, thermische Messungen und solche über Druck, Volumen und Dichte, kalorimetrische sowie optische Messungen u. a. und geht dann erst mit dem 13.—21. Kapitel zu dem eigentlich physikalisch-chemischen Gebiet über, indem es die Löslichkeit, die Molekulargewichtsbestimmungen an Lösungen, weiterhin alle einschlägigen elektrischen Messungen und schließlich die chemische Dynamik und die Anwendung physiko-chemischer Methoden auf chemische Fragen behandelt. In einem Anhang (S. 468—478) sind noch eine Anzahl konkreter Beispiele von den im obengenannten Institut abgehaltenen Übungen angefügt. Das Buch sei für den Handgebrauch oder wenigstens für die Bibliotheken an realistischen Lehranstalten angelegentlich empfohlen. *O.*

**Handbuch der anorganischen Chemie.** Herausgegeben von Dr. O. Dammer. IV. Bd.: Die Fortschritte der anorganischen Chemie in den Jahren 1892—1902. Bearbeitet von Privatdozent Dr. Baur, Dr. Richard Meyer, Prof. Dr. Muthmann, Dr. Naß, Prof. Dr. Nernst, Dr. Rothmund, Dr. Stritar, Prof. Dr. Zeisel. Stuttgart. F. Enke, 1902, 1903. In 6 Lieferungen. 1023 S. M 26.

Das Werk legt Zeugnis ab von dem rastlosen Fortschreiten der Wissenschaft auf chemischem, insbesondere physikalisch-chemischem Gebiete. Gedacht ist es zunächst als Ergänzung des großen dreibändigen obengenannten „Handbuches“, das in den Jahren 1892—94 herauskam und durch den vorliegenden Band wieder vollständig auf die Höhe der Zeit gebracht erscheint. Es finden sich nicht nur die Fortschritte in der Chemie der einzelnen Elemente und Verbindungen gewissenhaft registriert, sondern es ist auch die Entwicklung in theoretischer Hinsicht in einem besonderen großen Abschnitt — der unter Mitwirkung von W. Nernst von V. Rothmund bearbeitet ist — dargelegt, wobei der Elektrochemie ein eigenes Kapitel gewidmet ist. Hervorgehoben sei noch vom speziellen Teil der ausführliche Abschnitt über das Argon und die übrigen neuen Gase der Atmosphäre. Abgesehen vom oben erwähnten Zweck hat das Buch aber auch für jeden, der das Handbuch selbst nicht besitzt, einen selbständigen Wert, denn es liefert einen wertvollen Überblick über die reichen Forschungsergebnisse des letzten Dezenniums. Es ist somit der allgemeinen Beachtung zu empfehlen. Ein umfangreiches Register erleichtert den Gebrauch des Werkes. *O.*

**Natur und Schule.** Zeitschrift für den gesamten naturkundlichen Unterricht aller Schulen. Herausgegeben von B. Landsberg in Allenstein O.-Pr., O. Schmeil in Magdeburg, B. Schmid in Bautzen. I. Bd. mit 79 Abbildungen. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1902. S. 504.

Es kann sich hier nicht um eine einfache Anzeige handeln — den meisten Lesern ist wohl die neue Zeitschrift nicht unbekannt geblieben — auch nicht um ein eingehendes Referat über den Inhalt des vorliegenden Jahrganges, da ja die Zeitschrift vorwiegend die organischen Naturwissenschaften berücksichtigt; wohl aber ist es angezeigt, in Kürze zu den Zielen derselben Stellung zu nehmen und ihre Bedeutung zu kennzeichnen.

Die Zeitschrift hat sich zur Aufgabe gestellt, dem gesamten naturwissenschaftlichen Unterricht zu dienen, sie will „stets darauf achten, die einzelnen Disziplinen gleichmäßig zu berücksichtigen“. Nimmt man hinzu, daß sie nicht nur die Interessen dieses Unterrichts an den höheren Lehranstalten, sondern auch an allen übrigen Schulen wahrzunehmen beabsichtigt, so kann man sich des Eindrucks nicht erwehren, daß diese Ziele etwas zu umfassend sind und somit die eigentliche Wirksamkeit der Zeitschrift auf die Dauer beeinträchtigen müssen. Zweifellos lag vor dem Erscheinen derselben ein

direktes Bedürfnis vor, die Interessen des organisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts an den höheren Schulen in einem besonderen Organ zusammenzufassen. Es soll gleich hervorgehoben werden, daß der vorliegende Jahrgang dieser gekennzeichneten Aufgabe bereits in erfreulichem Maße gerecht geworden ist; davon zeugt eine große Zahl wertvoller Beiträge. Aber gerade im Interesse der weiteren Erfüllung dieser Aufgabe wünschten wir, daß die Zeitschrift sich allmählich eine gewisse Beschränkung auferlegen möchte; insbesondere könnten die der Physik und Chemie gewidmeten Abschnitte — die jetzt schon im Vergleich zu dem auf organischem Gebiet Gebotenen bedeutend zurücktreten — noch weiter gekürzt, wenn nicht ganz fallen gelassen, und die ganze Kraft der Entwicklung des biologischen Unterrichts zugewandt werden.

Die Förderung des naturwissenschaftlichen Unterrichts selbst ist aber nur die eine Seite der Zeitschrift. Die andere, nicht minder wichtige ist mehr schulpolitischer Natur. Im ganzen Jahrgang machen sich von Anfang an hervorragende Stimmen geltend, welche die Wichtigkeit, ja Unentbehrlichkeit des biologischen Unterrichts in den oberen Klassen der höheren Schulen betonen und sich insbesondere auch gegen das leidige Falksche Interdikt wenden, das seinerzeit den biologischen Unterricht auf der Oberstufe der Realanstalten traf. Es handelt sich da um eine Bewegung, die seit Jahren durch viele Kräfte vorbereitet, neuerdings aber von der Hamburger Naturforscherversammlung mit großer Energie aufgegriffen worden ist. Der neuen Zeitschrift fällt die dankbare Aufgabe zu, die Kräfte zusammenzufassen, die Bewegung immer weiter zu fördern, und hierin erblicken wir die eigentliche Bedeutung der Zeitschrift — An dieser Bewegung sind auch die Leser unserer Zeitschrift in hervorragendem Maße interessiert, da es unabweislich erscheint, dem Unterricht im Organischen einen Platz auf der Oberstufe einzuräumen, und leider zunächst nur die Physikstunden, wenigstens am Gymnasium, dafür in Betracht kommen. Es wird zugestanden werden müssen, daß gelegentlich und versuchsweise, wo eine geeignete Lehrkraft für diesen Unterricht vorhanden ist, etwa ein Semester (am besten das zweite Semester in UI) zu einem physiologisch-biologischen Kursus verwendet wird, zumal auch die Lehrpläne von 1901 einen hierauf bezüglichen Hinweis enthalten. Im Interesse des physikalischen Unterrichts ist allerdings zu wünschen, daß ein solches Verfahren nur ein vorübergehendes Auskunftsmittel bleibe und daß von der Behörde auf andere Weise Abhilfe geschaffen werde. Übrigens wird in einem sehr interessanten Artikel der Zeitschrift („Die Möglichkeit der Durchführung des naturhistorischen Unterrichts in den oberen Klassen des Gymnasiums“ von F. Mühlberg in Aarau, S. 113—123) nachgewiesen, daß das, was wir für unsere höheren Schulen erstreben, an einer großen Reihe von Schweizer Gymnasien — zum Heile dieser Schulgattung — bereits vollständig verwirklicht ist. O.

**Wiederholungsbuch zum Unterricht in der Chemie und Mineralogie.** Für den Gebrauch in Lehrerseminaren bearbeitet von E. Richter, Seminarlehrer. 3. Auflage. Mit 85 Abbildungen. Freiburg i. B., Herder, 1902. 180 S. M 2, geb. M 2,40.

Das Buch ist eine systematische Zusammenstellung des wichtigsten Lehrstoffes mit vielen nützlichen Hinweisen und technologischen Einzelheiten. In chemischer Hinsicht kann es jedoch strengeren Anforderungen nicht genügen; insbesondere ist die theoretische Seite zu wenig exakt, auch enthält es zuviel Unrichtigkeiten. So wird das unselige „Aetherion“ Brushs, über dem sich die Akten lange geschlossen haben, ohne Vorbehalt den übrigen neuentdeckten Gasen der Atmosphäre beigegeben (S. 19), Ozon als „O<sub>2</sub>“ bezeichnet (S. 14), die Zahl der Elemente auf „über 60“ angegeben, CH<sub>4</sub> als „Methan“ bezeichnet (S. 20); das „Ammonium“ ist „rein dargestellt eine blaue, metallisch glänzende Flüssigkeit“ (S. 70)! O.

### **Programm-Abhandlungen.**

**Die wissenschaftlichen Forschungen und Entdeckungen des älteren Seebeck auf dem Gebiete der Elektrizität und des Magnetismus.** Von H. Streit. Städt. Progymn. Schlawe, Ostern 1902. 22 S und eine Tafel. Pr.-No. 159.

Die Abhandlung bildet die Fortsetzung zu der im vorigen Jahre veröffentlichten (vergl. d. Zeitschr. XV 312). Sie enthält Mitteilungen über Seebecks Arbeiten bezüglich des Rotationsmagnetismus, des Einflusses der Wärme auf den Magneten, des Elektromagnetismus und besonders des Thermomagnetismus. Die von letzterem handelnde Arbeit Seebecks ist die wichtigste, sie enthält die Entdeckung der thermoelektrischen Eigenschaften der Metalle. Interessant ist, daß Seebeck (ähnlich wie Oersted bei seiner berühmten Entdeckung) durch eine auf ganz andere Ziele gerichtete Untersuchung auf die Thermoelektrizität geführt wurde. Er beabsichtigte eine magnetische Wirkung nachzuweisen, wenn er eine Kupferspirale, die in die Ebene des magnetischen Meridians gestellt war, mit

verschiedenen in Kontakt miteinander gesetzten Metallen verband. Dabei erhielt er eine Wirkung, fand aber bei genauerem Zusehen, daß diese auf die Wärme der Finger, die die Metalle aneinanderdrückten, zurückzuführen war. Die in methodischer Hinsicht charakteristischen Züge der Seebeck'schen Arbeiten hätten wohl vom Verfasser noch schärfer herausgearbeitet werden können. P.

**Die wichtigsten Mathematiker und Physiker des Altertums**, für Schüler dargestellt von Adolph Weyh. K. Gymn. zu Kreuzburg O.-S., Ostern 1902. 26 S. Pr.-No. 213.

Die für Schüler bestimmte, vornehmlich auf Cantors Werk gestützte Zusammenstellung wird auch manchen Fachgenossen willkommen sein. Sie enthält einiges über die wissenschaftlichen Leistungen der Ägypter und Babylonier und behandelt dann Thales, Anaximander, Anaximenes; Pythagoras; Anaxagoras, Hippokrates, Eudoxus, Aristoteles; Euklid, Archimedes, Eratosthenes, Apollonius, Hipparch, Heron; Menelaus, Ptolemäus, Nikomachus, Pappus, Diophant, Zu Heron wäre zu bemerken, daß seine Lebenszeit durch W. Schmidt, den neuesten Bearbeiter der heronischen Frage, in das 1. Jahrhundert nach Chr. verlegt wird. P.

**Über einige physikalische Begriffe.** Von Oberlehrer Beck. Realschule zu Dortmund, Ostern 1902. 7 S. Pr.-No. 422.

Der Verfasser erörtert einige Mängel hinsichtlich der Behandlung des Temperaturbegriffes, die sich in vielen Lehrbüchern finden. Er beanstandet auch die übliche Definition der Temperatur als Grad des Wärmezustandes und stellt demgegenüber den Satz auf: Die Definition der Temperatur ist unmöglich und unnötig. Doch würde er wohl nichts einzuwenden haben gegen eine Definition, wie sie Mach (Prinz. d. Wärmelehre S. 46) aufstellt: „Die Zahl, die nach irgend einem Zuordnungsprinzip der thermoskopischen Volumanzeige und folglich einem Wärmezustand eindeutig zugeordnet ist, nennen wir Temperatur“. Der Verfasser bespricht dann noch gewisse Unklarheiten, die häufig mit dem absoluten Nullpunkt verknüpft sind, und setzt auseinander, inwiefern es unzulässig ist, von der Möglichkeit einer Temperatur, die unter  $-273^{\circ}$  läge, zu reden. P.

**Telegraphie in alter und neuer Zeit.** Von Wilhelm Fauser. Mit einer Figurentafel. König-Wilhelms-G. zu Stettin, Ostern 1902. 14 S. Pr.-No. 163.

Die Abhandlung enthält eine gedrängte Zusammenstellung der verschiedenen Arten der Telegraphie, der optischen, elektrischen und der Telegraphie ohne Draht. Wie weit auf die Quellen zurückgegangen ist, ist aus der Arbeit nicht ersichtlich. P.

**Geometrisch-optische Täuschungen**, dargestellt in ihren Erklärungsversuchen von Dr. Plettenberg. Erster Teil. Guericke-Schule in Magdeburg. Ostern 1902. Pr.-No. 296. 20 S. m. 14 Fig.

Nach einer kurzen Darstellung der Theorien von Wundt und Lipps werden eingehend die Winkeltäuschungen und Zöllnerschen Täuschungen behandelt. Einer chronologisch geordneten Literaturangabe folgt jedesmal die Darlegung der Beobachtungsergebnisse und kritische Besprechung der Erklärungsversuche. Bezüglich der ersten Gruppe von Täuschungen schließt sich der Verfasser der Ansicht Filehnes an, daß eine Winkeltäuschung an nackten Winkeln überhaupt nicht eintritt, sondern erst infolge eines perspektivischen Motivs. Die für die Zöllnersche Täuschung bisher versuchten Erklärungen hält der Verfasser sämtlich für unzulänglich; er glaubt aber, daß nach den Versuchen von Witasek, die dargetan haben, daß die hier auftretenden Täuschungen keine Urteils-, sondern nur Empfindungstäuschungen sind, eine physiologische Erklärungsweise mehr Chancen haben wird, als eine psychologische. Vier andere berühmte Täuschungen sollen in einem zweiten Teil behandelt werden. E. Tonn.

## Versammlungen und Vereine.

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

*Sitzung am 21. April 1902.* Herr POSKE schilderte im Anschluß an das Buch von K. T. Fischer „Über den naturwissenschaftlichen Unterricht in England“ die dort sowie in Amerika übliche Unterrichtsmethode und wies auf den großen Wert der Schülerübungen hin. Er entwickelte die Grundsätze, nach denen die Übungen auch in unseren Schulen einzurichten sein würden. Herr HAHN beschrieb die in South Kensington bei London getroffenen Einrichtungen zur Ausbildung der Lehrer im praktischen naturwissenschaftlichen Unterricht und empfahl dringend eine Annäherung unserer Methode an das englische Vorbild, das natürlich unseren speziellen Bedürfnissen entsprechend umzugestalten sei. Es wurde eine Kommission gewählt, die einen Antrag auf allgemeinere Einführung von physikalischen Schülerübungen formulieren sollte; der Antrag sollte dem Unterrichtsministerium und dem Magistrat von Berlin eingereicht werden.

*Sitzung am 5. Mai 1902.* Herr POSKE berichtete über das Ergebnis der Sammlungen für die Schwalbe-Stiftung und über die Verwendung derselben. — Herr HEYNE entwickelte das Programm der im Sommersemester projektierten städtischen Veranstaltungen zur Förderung des naturwissenschaftlichen Unterrichts. — Herr POSKE legte die von der Kommission verfaßte Eingabe an das Unterrichtsministerium in Betreff der Schülerübungen vor; die Absendung der Eingabe wurde einstimmig beschlossen. — Herr FÜRLE legte Rechenblätter für das Daniellsche Hygrometer sowie Tafeln zur Berechnung der Bildweite einer Linse vor. — Herr HAHN demonstrierte zwei Versuche über Wärmeleitung und zeigte ein Modell zur Veranschaulichung der Wirkung der Erdintensität auf die Magnetnadel.

*Sitzung am 26. Mai 1902.* Herr HAUPTMANN aus Leipzig demonstrierte das von ihm konstruierte „Elektro-Dynamoped“, eine Dynamomaschine mit Fußbetrieb nach Art des Velozipeds. Er setzte damit eine Glühlampe, einen Elektromotor, einen Induktionsapparat in Tätigkeit und zeigte das Laden von Akkumulatoren, Schmelzen eines Drahtes, Wasserzersetzung. — Herr HEITCHEN zeigte die vielfache Verwendbarkeit des Fühlhebels, um kleine Bewegungen sichtbar zu machen, und beschrieb genauer eine von ihm bereits früher entwickelte Methode, Kopfhöhe und Einschnürungsweite eines Lampenzylinders zu messen.

*Sitzung am 16. Juni 1902.* Herr HEITCHEN sprach über Methoden zur Untersuchung des Petroleums. Er zeigte, wie man die Farbe des Petroleums durch Vergleichung mit Gläsern oder Lösungen von bekannter Färbung bestimmt. Er beschrieb die Methoden zur Bestimmung des spezifischen Gewichts des Petroleums und zeigte ein von ihm selbst konstruiertes Pyknometer. Zum Schluß beschrieb er eine zur Bestimmung der Entflammungstemperatur dienende Methode und demonstrierte den diesem Zwecke dienenden Apparat von Abel.

*Sitzung am 25. August 1902.* Herr Ingenieur EYTING demonstrierte eine durch die Wasserleitung gespeiste Turbine, die mit einer magnetelektrischen Maschine direkt gekuppelt ist. Er betrieb damit eine Glühlampe und einen Drehstrommotor und wies auf die vielseitige Verwendbarkeit der Maschine im Schulbetrieb, insbesondere auch zur Ladung von Akkumulatoren hin. — Herr HEYNE zeigte, wie man Teilungen auf Messing in sehr einfacher Weise neu versilbern kann. — Herr POSKE machte Angaben über die Schreibweise des Namens Rühmkorff mit ü und legte mehrere, ihm von Prof. Weber in Neuchatel zugegangene Briefe vor, die jene Schreibweise bestätigen. — Herr WALLENBERG zeigte eine einfache Anordnung zum stereoskopischen Sehen, bei der die beiden, von verschiedenen Punkten aufgenommenen Bilder in Rot und Grün übereinander gedruckt sind und durch ein rotes und grünes Glas betrachtet werden. — Herr KOPPE demonstrierte eine Methode, um den Übergang der Kohlensäure in die verschiedenen Aggregatzustände bequem sichtbar zu machen. — Herr HEYNE zeigte einige neue Nernstlampen.

*Sitzung am 8. September 1902.* Herr HAHN zeigte zwei von Schülern nach amerikanischen Mustern hergestellte Apparate. — Derselbe zeigte einen Apparat zur Erzeugung von Rauchringen und beschrieb einige mit Rauchringen anzustellende Versuche des amerikanischen Physikers Wood. — Derselbe zeigte einige einfache Versuche zur Demonstration der Fortpflanzung des Schalles im Wasser und der Reflexion des Schalles. — Derselbe demonstrierte den Apparat von Schoentjes zur Bestimmung der spezifischen Wärme von Metallen (d. Zeitsch. XIV 31) und kritisierte die entsprechenden Versuche von Tyndall und Weinhold.

*Sitzung am 13. Oktober 1902.* Herr B. v. CZUDNOCHOWSKI demonstrierte einen um eine freie Achse rotierenden Elektromotor und zeigte die Anwendung desselben zum Nachweise der Erddrehung (d. Zeitschr. XV 140). — Herr SPIES beschrieb einige Versuche über das Foucaultsche Pendel, die er im Hörsaal der Urania angestellt hat. — Herr HAHN machte einige Mitteilungen über Motoren.

*Sitzung am 10. November 1902.* Herr BOHN sprach über Glasapparate aus dem Schäffer-Museum in Jena. Er gab eine Charakteristik des verstorbenen Professors Schäffer und demonstrierte verschiedene Apparate, die Herr Glasöläser Niehls den Schäfferschen Originalen nachgebildet hat. Vorgeführt wurden u. a. ein Dampfbarometer, Apparate zur Ableitung des Dulong-Petitschen Gesetzes, zur Demonstration der Wärmezirkulation des Wassers und der Dampfheizung, ein Kaltwasserschwimmer, die Schimpersche Blaspumpe, ein Apparat zur Erklärung der hydraulischen Presse, verschiedene Heber, ein intermittierender Brunnen, eine Interferenzröhre. — Herr HAHN beschrieb eine Anordnung, um das Dichtemaximum des Wassers nachzuweisen, und erläuterte die Schichtmethode von Merkelbach. — Derselbe erstattete Bericht über den Vorschlag des elektrotechnischen Vereins in Betreff einer einheitlichen Bezeichnung der in der Physik gebräuchlichen Größen und erläuterte an einer Reihe von Beispielen die Vorzüge und Mängel der alten und der neuen Bezeichnungen. — Herr KOPPE demonstrierte einen von ihm konstruierten Kalenderstab mit zwei drehbaren Ringen.

*Sitzung am 8. Dezember 1902.* Herr SPIES demonstrierte den Bickelschen Entfernungsmesser und wies auf dessen gute Verwendbarkeit auch für den Unterricht hin. — Herr HAHN führte die elektromagnetischen Rotationsapparate von K. Ulsch (d. Zeitschr. XVI 82) vor. — Herr A. SCHMIDT zeigte einige Versuche über das magnetische Feld eines Stromleiters und gab eine Darstellung der Dreifingerregel. Daran knüpfte sich eine Diskussion über die zu elektromagnetischen Versuchen besonders geeigneten Eisensorten. — Herr STAHLBERG zeigte die gegenseitige Elektrisierung zweier auf Isolierschemeln stehender Personen.

*Sitzung am 19. Januar 1903.* Herr HEYNE gab einen Überblick über das Leben und Wirken Rühmkorffs zur Erinnerung an dessen 100. Geburtstag. — Derselbe machte nähere Angaben über den Bezug flüssiger Luft und zeigte eine Anzahl damit anzustellender Versuche. — Derselbe zeigte verschiedene Kollektionen von Platin-, Kupfer-, Thallium-, Kobalt-, Vanad-, Chromsalzen der Firma H. Deibel in Hanau. — Derselbe machte Mitteilungen über die von der Straßbahngesellschaft zu beziehenden Akkumulatoren und über das Programm der städtischen Veranstaltungen zur Förderung des naturwissenschaftlichen Unterrichts im ersten Quartal 1903.

*Sitzung am 9. Februar 1903.* Herr HUPE sprach über den Begriff der Zentrifugalkraft, die er als Gegenwirkung gegen die zentripetale Beschleunigung auffaßte. — Herr SPIES leitete die Bedingungen für die Bewegung eines Punktes auf einer kreisförmigen Bahn ab und sprach sich dahin aus, daß die Zentrifugalkraft keine besondere Kraft, sondern nur ein Ausdruck für das Beharrungsvermögen des im Kreise bewegten Körpers sei, daß man aber auch die Reaktion auf die Achse als Zentrifugalkraft bezeichnen könne. — Herr KOPPE leitete die Bedingungen der Kreisbewegung aus der Bewegung auf dem Umfang eines regulären Polygons ab und erklärte die Zentrifugalkraft für eine bloß fingierte Kraft. — Herr JOHANNESSEN gab eine der vorigen ähnliche Ableitung, indem er aber alle dabei notwendigen Vernachlässigungen vorher logisch streng formulierte. — In einer längeren Diskussion wurden alle diese Ansichten näher erörtert.

*Sitzung am 2. März 1903.* Die Verhandlung der vorigen Sitzung über die Zentrifugalkraft wurde fortgesetzt. Herr POSKE legte dar, daß man freie und gezwungene Zentralbewegung unterscheiden müsse; bei der letzteren trete die Zentrifugalkraft als eine wirkliche Kraft auf, die aber nicht am rotierenden Körper selbst, sondern an der widerstehenden Bahn oder an der Achse angreife. Die Zentripetalkraft sei als Reaktion gegen die Zentrifugalkraft anzusehen, nicht umgekehrt. Hiervon zu unterscheiden sei die nur zum Zwecke vereinfachter Darstellung eingeführte fingierte Kraft, durch die das Bewegungsproblem in ein Gleichgewichtsproblem (nach der Vorschrift des d'Alembertschen Prinzips) umgewandelt werde. — Auch hieran schloß sich eine ausgedehnte Diskussion, die zu dem Ergebnis führte, daß eine widerspruchsfreie Darstellung der Sache nur im Zusammenhang mit einer präzisen Fassung des Kraftbegriffs zu gewinnen sei. Als hierfür in Betracht kommende Grunderscheinung wurde das Verhalten zweier durch einen Faden verbundener Körper bezeichnet, wenn dem einen von ihnen eine Bewegung in der Richtung der Verbindungslinie und im Sinn wachsenden Abstandes erteilt wird.

Schk.

## Mitteilungen aus Werkstätten.

### Vorrichtung zur Demonstrierung von Wechsel- und Drehstromvorgängen mittels des Projektionsapparates.

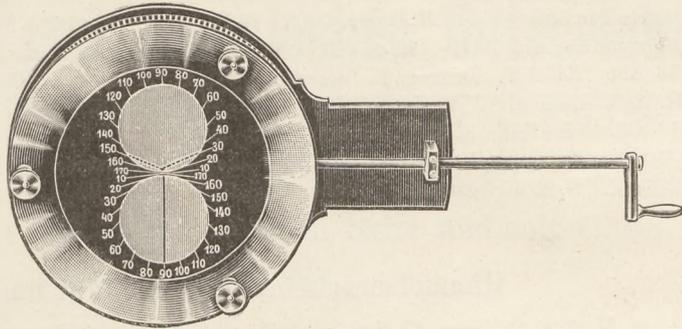
Von Ingenieur Rinkel in Köln.

(Aus der Werkstätte von E. Leybolds Nachf. in Köln.)

Mit der Vorrichtung läßt sich die Veränderlichkeit und die Phasenverschiebung von Strom und Spannung in einfachster Weise zur objektiven Darstellung in einem großen Zuschauerkreis bringen, sobald nur ein gewöhnlicher Projektionsapparat, der mit durchfallendem Lichte arbeitet, zur Verfügung steht. Vorausgesetzt ist naturgemäß Sinusform der Strom- und Spannungskurve, sodaß das bekannte Polarkoordinaten-Diagramm zur Anwendung kommen kann.

In einem kreisförmigen Gestell sind Glasplatten so untergebracht, daß sie durch eine kleine Zahnradübersetzung bequem von Hand in Umdrehung versetzt werden können. Jede Glasplatte trägt für Einphasenstrom einen, für Mehrphasenstrom mehrere um  $90^\circ$  bzw.  $120^\circ$  (Zwei- und Dreiphasenstrom) versetzte schwarze Striche, die radial vom Mittelpunkt aus verlaufen und auf der einen Platte Ströme, auf der anderen Spannungen andeuten. Die Platten sind im Gestell gegeneinander verschiebbar, sodaß jede Phasenverschiebung von Strom und Spannung bequem eingestellt werden kann. Über diesen drehbaren Platten befindet sich eine feste, geschwärzte Glasplatte mit zwei sich berührenden durchsichtigen Kreisflächen, der Berührungspunkt trifft mit dem genannten Mittelpunkt

der Strahlen zusammen. Beim Drehen der innen befindlichen Glastafeln erscheint dann jeder Strahl durch die Peripherie der Kreise begrenzt; der sichtbare Teil ist gleich dem Augenblickswerte von Strom und Spannung, der Winkel zwischen den Strichen der Strom- und der Spannungsplatte ergibt die Phasenverschiebung. Durch Striche und Zahlen, welche in die geschwärzte Fläche eingraviert sind und von dem Berührungspunkte beider Kreise aus zählen, werden die Phasenwinkel gekennzeichnet. Selbstverständlich sind die unteren Glasplatten bequem auszuwechseln, wenn man von Ein- auf Mehrphasenstrom übergehen will. Der Preis beträgt M 65.



Über **Stromanlagen für Lehranstalten** hat E. Leybolds Nachfolger in Köln einen Prospekt veröffentlicht, worin außer mehreren Schalttafeln und Anschlußeinrichtungen besonders eine zerlegbare Universaldynamomaschine für Gebrauchs- und Demonstrationszwecke beschrieben ist.

Ein Spezialverzeichnis derselben Firma bezieht sich auf die Einrichtung physikalischer und chemischer Lehrzimmer und Arbeitsräume.

### Korrespondenz.

Programm-Abhandlungen. Die Redaktion ersucht die Verfasser von Programm-Abhandlungen, deren Inhalt für die Leser der Zeitschrift von Interesse sein kann, möglichst bald ein Exemplar zur Besprechung einzusenden. Nur wenn dies geschieht, ist auf die Berücksichtigung der Abhandlung in der Programmschau zu rechnen.

### Bei der Redaktion eingegangene Bücher und Schriften.

**A. Becker**, Krystalloptik. Mit 106 Textfiguren. Stuttgart, Ferd. Enke, 1903. 362 S. M 8.  
— **A. Winkelmann**, Handbuch der Physik. 2. Aufl. IV. Bd. Erste Hälfte. Elektrizität und Magnetismus. Mit 142 Abb. Leipzig, J. A. Barth, 1903. 384 S. M 12. — **V. A. Julius**, Der Äther. Übersetzt von G. Siebert. Mit 12 Abb. Leipzig, Quandt u. Händel, 1902. 52 S. — **Ostwalds Klassiker**: Nr. 124. v. Helmholtz, Abhandlungen zur Thermodynamik chemischer Vorgänge. Herausgeg. von M. Planck. 83 S. M 1,40. — Nr. 125. John Mayow, Untersuchungen über den Salpeter und den salpetrigen Luftgeist, das Brennen und das Atmen. Herausgeg. von F. G. Donnan. 56 S. M 1. — Nr. 126. Michael Faraday, Experimentaluntersuchungen über Elektrizität. Herausgeg. von A. J. v. Oettingen. IX.—XI. Reihe. Mit 15 Fig. 106 S. M 1,80. — Nr. 128. Michael Faraday. XII. und XIII. Reihe. Mit 29 Fig. Leipzig, W. Engelmann. M 1,80. — **Augusto Righi** und **W. Dessau**, Die Telegraphie ohne Draht. Mit 258 Abb. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1903. 481 S. M 12, geb. M 13. — **R. Heilbrun**, Elementare Vorlesungen über Telegraphie ohne Draht. 3. Lieferung. Berlin, G. Siemens, 1902. — **C. Arldt**, Die Funkentelegraphie. Mit einer Einleitung von Osw. Flamm. Mit 75 Abb. Leipzig, Theod. Thomas. M 1,80. — **H. O. G. Ellinger**, Laerebog i Fysik. 7. Udgave. Kjöbenhavn, F. Hegel & Son, 1902. 318 S. — **H. O. G. Ellinger**, Laerebog i varme. 2. Udgave. Kjöbenhavn 1903. 142 S. — **J. Rußner**, Lehrbuch der Physik für den Gebrauch an höheren Lehranstalten und zum Selbstunterricht. Mit 776 Abb. Hannover, Gebr. Jänecke. 498 S. M 5,60. — **J. H. van 't Hoff**, Vorlesungen über theoretische und physikalische Chemie. II. Hft.: Die chemische Statik. Mit Textfig. II. Aufl. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1903. 150 S. M 4. — **Julius Wagner**, Über den Anfangsunterricht in der Chemie. Leipzig, Joh. Ambrosius Barth, 1903. 37 S. M 1,20. — **Georg Marpmann**, Illustrierte Fachlexika. Bd. I: Chemisch-analytische Technik und Apparatenkunde. Lief. 14/15. à M 1,50. Leipzig, Paul Schimmelwitz, 1902. — **C. Arnold**, Abriß der allgemeinen oder physikalischen Chemie. Hamburg u. Leipzig, Leopold Voß, 1903. Geb. M 2. — **Konrad Fuß**, Leitfaden für den Unterricht in der Chemie und Mineralogie. 2. verb. Auflage. Nürnberg, Friedr. Korn, 1903. M 3. — **H. Langer**, Grundriß der Physik für Lehrerseminare u. s. w. Leipzig, G. Freytag, 1903. M 4,80. — **O. Nitsche**, Das Gymnasialpensum der Chemie. Ein Hilfsbuch

für den Unterricht. Kiel, Robert Cordes. M 0,60. — **Th. Koller**, Neueste Erfindungen und Erfahrungen. XXX. Jahrg. Heft 2 u. 3. Wien, A. Hartleben. à M 0,60. — **W. Rickmer-Rickmers**, Die Beherrschung der Luft. Wien, E. Beyer, 1903. 16 S. — **G. Rauter**, Allgemeine chemische Technologie. Leipzig, Göschen, 1903. 149 S. M. 0,80. — **P. Liesegang**, Die Projektionskunst für Schulen. Mit 153 Abb. XI. Aufl. Leipzig, E. Liesegang. 312 S. M 5. — **A. Miethe**, Grundzüge der Photographie. III. Aufl. Halle a. S., W. Knapp. 94 S. M 1. — **L. David**, Ratgeber für Anfänger im Photographieren. 21.—23. Aufl. Halle a. S., W. Knapp, 1903. 240 S.

**Sonderabdruck:** W. Wolff, Über die Wirkungsweise des Pulvers. Ein Beitrag zur inneren Ballistik. S.-A. Kriegstechn. Zeitschr. 1903, Heft 1. 35 S.

### Himmelserscheinungen im Juni und Juli 1903.

♁ Merkur, ♀ Venus, ☉ Sonne, ♂ Mars, ♃ Jupiter, ♄ Saturn, ☾ Mond, 0<sup>h</sup> = Mitternacht.

		Juni						Juli					
		4	9	14	19	24	29	4	9	14	19	24	29
♁	AR	4 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup>	4.31	4.26	4.28	4.38	4.55	5.20	5.52	6.31	7.15	8. 1	8.45
	D	+ 19 <sup>o</sup>	+ 18 <sup>o</sup>	+ 17 <sup>o</sup>	+ 17 <sup>o</sup>	+ 18 <sup>o</sup>	+ 20 <sup>o</sup>	+ 21 <sup>o</sup>	+ 22 <sup>o</sup>	+ 23 <sup>o</sup>	+ 23 <sup>o</sup>	+ 22 <sup>o</sup>	+ 20 <sup>o</sup>
♀	AR	7 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup>	8.13	8.35	8.57	9.18	9.38	9.57	10.16	10.33	10.49	11. 4	11.17
	D	+ 24	+ 22	+ 21	+ 19	+ 18	+ 16	+ 14	+ 12	+ 10	+ 7	+ 5	+ 3
☉	AR	4 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	5. 5	5.26	5.47	6. 8	6.29	6.49	7.10	7.30	7.50	8.10	8.30
	D	+ 22	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	+ 22	+ 22	+ 21	+ 20	+ 19
♂	AR	12 <sup>h</sup> 5 <sup>m</sup>	12.10	12.16	12.23	12.30	12.37	12.46	12.54	13. 3	13.13	13.23	13.33
	D	+ 0	— 1	— 1	— 2	— 3	— 4	— 5	— 6	— 7	— 8	— 9	— 10
♃	AR		23.30		23.34		23.36		23.37		23.37		23.36
	D		— 4		— 4		— 4		— 4		— 4		— 4
♄	AR	20 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup>						20.42					
	D	— 18						— 19					
☾	Aufg.	3 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup>	3.41	3.39	3.38	3.39	3.41	3.45	3.49	3.54	4. 1	4. 7	4.15
	Unterg.	20 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup>	20.17	20.21	20.23	20.24	20.24	20.23	20.20	20.16	20.10	20. 4	19.57
☾	Aufg.	14 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	19.27	22.45	0.20	3.13	9.16	15.18	19.44	22. 3	—	4.10	10.46
	Unterg.	1 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup>	3.34	7.53	13.18	19.14	22.45	0.31	3.51	8.53	14.34	19.35	22. 8
Sternzeit im mittl. Mittg.		4 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup> 51 <sup>s</sup>	5. 6.34	5.26.17	5.46. 0	6. 5.43	6.25.25	6.45. 8	7. 4.51	7.24.34	7.44.16	8. 3.59	8.23.42
Zeitgl.		— 2 <sup>m</sup> 6 <sup>s</sup>	— 1.13	— 0.14	+ 0.50	+ 1.55	+ 2.59	+ 3.57	+ 4.48	+ 5.29	+ 5.59	+ 6.15	+ 6.18

Mittlere Zeit = wahre Zeit + Zeitgleichung.

Mondphasen in M.E.Z.	Neumond	Erstes Viertel	Vollmond	Letztes Viertel
		Juni 25, 7 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup> Juni 24, 13 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup>	Juni 2, 14 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup> Juli 1, 22 <sup>h</sup> 2 <sup>m</sup> Juli 31, 8 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	Juni 10, 4 <sup>h</sup> 8 <sup>m</sup> Juli 9, 18 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup>

Planetensichtbarkeit	Merkur	Venus	Mars	Jupiter	Saturn
im Juni	unsichtbar	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> bis 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Std. als Abendstern sichtbar	zuletzt nur noch 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Std. abends sichtbar	zuletzt 2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> Std. im Osten sichtbar	zuletzt die ganze Nacht hindurch sichtbar
im Juli	unsichtbar	zuletzt nur noch 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Stunde lang sichtbar	zuletzt nur noch 3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> Std. abends sichtbar	zuletzt fast die ganze Nacht hindurch sichtbar	die ganze Nacht sichtbar; Oppos. am 30.

**Veränderliche Sterne:** Juni 15, 20<sup>h</sup> M.E.Z. W Sagitt.-Min. — 18, 20<sup>h</sup> W Sagitt.-Min. — 24, R Lyrae-Min. — Juli 1, 23<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> Algol-Min. — 2, 22<sup>h</sup> η Aquilae-Max. — 17, R Lyrae-Max. — 24, 22<sup>h</sup> 12<sup>m</sup> Algol-Min.

Dr. F. Koerber.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagshandlung gestattet.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.