

Zeitschrift
für den
Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XI. Jahrgang.

Zweites Heft.

März 1898.

Aus der Experimentalphysik¹⁾.

Von

Professor Dr. F. Melde in Marburg.

1. Prinzip der Tangentenbussole. Um dieses, doch verhältnismässig wichtige, Prinzip, der Theorie entsprechend, hinreichend deutlich und in einfachster Weise zu erläutern, pflege ich folgende Einrichtung zu verwenden. In Fig. 1 stellt *B* ein kreisrundes Brett von 50 cm Durchmesser dar, das auf der oberen Seite eine etwa von 5° zu 5° geteilte Papierskala trägt. In der Mitte dieses Brettes ist ein Metallstab *t* vertikal aufgeschraubt, auf welchem oben ein, eine Gabel bildender, Aufsatz lose aufgesteckt ist, sodass in dieser Gabel ein parallelepipedischer Metall- oder Holzstab *NS* sich um eine horizontale Achse drehen, aber auch mittels einer Schraube *h* an dieser Drehung verhindert werden kann. Da die ganze Gabel nur lose auf *t* aufsitzt, so kann sich *NS* mit der Gabel auch um eine vertikale Achse drehen, welche Drehung aber auch wieder durch die Schraube *h*₁ verhindert werden kann. Wird demgemäß die Schraube *h* angezogen, so vermag sich, wenn *h*₁ nicht angezogen ist, *NS* nur um eine Vertikal-Achse und umgekehrt, wenn *h*₁ angezogen, dagegen *h* nicht, *NS* sich nur um eine Horizontal-Achse zu drehen. Sind beide Schrauben lose, so dreht sich *NS* sowohl um eine Vertikal- wie um eine Horizontal-Achse.

Soll nun das Prinzip der Tangentenbussole erläutert werden, so wird der ganze Apparat so auf einen Tisch festgestellt, dass die Metalldrähte *m* und *m*₁ nahezu in die Ebene des magnetischen Meridians zu stehen kommen und dieser somit vor den Zuhörern deutlich markiert ist. Nun stellt man den Stab *NS* in horizontaler Lage mit der Schraube *h* fest, sodass er sich nur um eine Vertikal-Achse, wie die Nadel einer Tangentenbussole, drehen kann. An einer Öse bei *N* sind ferner zwei dünne Bindfaden angeknüpft, von denen *f* in der Horizontalebene mit *NS* und in der Richtung des magnetischen Meridians über eine Rolle läuft und durch ein Gewicht *p* gespannt wird. Dieses Gewicht *p* repräsentiert den Zug des Erdmagnetismus an dem Nordende der Nadel. Nun wird unter 90° gegen *f* der Faden *f*₁ über eine zweite Rolle gelegt und kann somit ein zweiter Zug durch ein Gewicht *p*₁ ausgeübt

¹⁾ Der Verf. hat im Jahre 1886 im 3. Jahrg. der „Zeitschrift zur Förderung des physikalischen Unterrichts“ her. v. Lisser u. Benecke S. 49 und 193 unter demselben Titel Mitteilungen gemacht, deren Fortsetzung hier folgen soll.

werden, welches die durch den elektrischen Strom an dem Nordende der Nadel bei der Tangentenbussole wirkende Drehkraft repräsentiert. Läßt man beide Gewichte gleichzeitig wirken, so stellt sich NS unter einem Winkel α gegen den Meridian ein und es würde nun, wenn man messende Versuche anstellen wollte, nicht schwer sein, nachzuweisen, dass die Tangente des Ablenkungswinkels proportional den Gewichten p_1 ist, falls man p läßt und für p_1 ein zweites oder drittes Gewicht p_2 und p_3 substituiert. Zu diesen Versuchen wird es sich empfehlen, von der Öse bei N ein kleines Lot l herabhängen zu lassen, welches durch sein Kugelchen unten an der Kreisteilung den Ablesungswinkel zu bestimmen gestattet.

Nun lassen sich alle Gesetzmäßigkeiten, welche bei der Tangentenbussole weiter in Betracht kommen, sehr gut erläutern. Zunächst läßt sich leicht demonstrieren, warum der Stab NS kurz sein muss, damit bei seinen Ablenkungen durch die beiden ursprünglich rechtwinklig gegeneinander wirkenden Kräfte dieses „rechtwinklig“ möglichst verbleibt. Denn je kürzer NS , desto mehr ist es so, als griffen die beiden Kräfte am Drehungsmittelpunkt von NS selbst an. Ferner: je kürzer der Stab NS , desto näher können die Rollen an den Apparat herangerückt werden und umgekehrt, je länger NS , desto mehr müssen erstere von letzterem hinweg. Bei meiner Einrichtung ist NS 40 cm lang und die Rollen stehen von der Mitte des Apparates etwa 5 m ab. Sodann läßt sich sehr schön demonstrieren, wie eine Vermehrung oder Verminderung der einen oder anderen Kraft wirkt. zieht man nämlich an dem Bindfaden von p so nach dem Stab NS hin, dass die Wirkung von p aufgehoben wird, so wirkt p_1 allein und der Stab stellt sich senkrecht zum magnetischen Meridian. Umgekehrt, hebt man den Zug von p_1 auf, so folgt der Stab lediglich der Zugkraft des Erdmagnetismus und stellt sich in den magnetischen Meridian.

Der Vortragende wird nun auseinandersetzen, dass eigentlich auch am Südende S des Magneten NS zwei ganz gleiche Kräfte p und p_1 angenommen werden müssen, so dass die beiden Kräfte pp an N und S und ebenso p_1p_1 an N und S je ein Kräftepaar bei der Drehung von NS bilden und so schliefslich ein resultierendes Kräftepaar p_0p_0 , unter dem Winkel α gegen den magnetischen Meridian gerichtet, zur Wirkung gekommen ist und die Kräfte p_0 sich in der neuen Stellung von NS das Gleichgewicht halten, ähnlich wie es die Kräfte p thaten, als der Magnet NS ohne Stromeinwirkung sich im magnetischen Meridian befand. Selbstverständlich muss der Vortragende an dieser Stelle der Lehre vom Magnetismus die Wirkung eines Kräftepaars mit konstanter Richtung der Kräfte erläutern, ohne welche Erläuterung ja ein eigentliches Verständnis der Drehungen und Stellungen eines Magneten nicht wohl möglich ist.

Es leuchtet ferner ein, dass die ganze Zusammenstellung auch so umgewandelt werden kann, dass das Prinzip der Sinusbussolle deutlich wird. Man müfste zu dem Ende mit der Rolle und dem Gewicht p_1 unserer Figur 1 gemäfs umgekehrt wie die Zeiger einer Uhr weitergehen, bis die Richtung des Fadens wieder senkrecht auf NS steht.

2. Gesamtwirkung des Erdmagnetismus. Noch vorteilhafter und auch wohl notwendiger wie die Erläuterung des Prinzips der Tangenten- und Sinusbussolle schien mir die Erläuterung der Wirkung der Resultante des Erdmagnetismus zu sein. Zu dem Ende beachten wir die Fig. 2. Der Apparat der Fig. 1 kommt wiederum auf einen Tisch zu stehen und mm_1 in die Richtung des magnetischen Meridians so, dass vor allem dieser wieder den Zuhörern zur Ansichtigung gebracht ist. Nun wird an einem hohen Stativ, welches noch auf einen Tisch gestellt ist, die

Rolle r_1 und nahe über dem Fußboden an einem niedrigen Stativ die Rolle r so befestigt, dass, wenn die Gewichte p , welche nunmehr aber gleich sein müssen, anziehen, die Fäden f und f_1 auch im magnetischen Meridian liegen oder unmittelbar, da die Stäbe m und m_1 ein kleines Hindernis bieten, gleich neben diesem Meridian verlaufen. Nun öffnet man beide Schrauben h und h_1 , giebt mit der Hand dem Stab NS eine beliebige Lage im Raum und lässt ihn dann los. Sofort sieht man, wie der Stab sich in die Ebene des magnetischen Meridians begiebt und in diesem in der Richtung der Kräfte zur Ruhe kommt, und zwar in der Lage einer Inklinationsnadel. Hierbei hat man also das resultierende Kräftepaar des Erdmagnetismus vollständig wirkend vor sich und kann somit der Begriff von Deklination und Inklination in seinem Zusammenhang mit der Resultante des Erdmagnetismus zu vollkommenem Verständnis bringen.

Nun wird es dem Zuhörer auch leicht fallen, den wichtigen Unterschied zwischen der Wirkung der Erdschwerkraft und der magnetischen Kraft der Erde zu verstehen. Dieser totale Unterschied besteht in folgendem.

Schwerkraft

- a) Resultante nur eine und zwar nach dem Centrum der Erde gerichtet.
- b) Bloß Anziehung und keine Abstossung.
- c) Bloß Progressivbewegung ohne Drehung des fallenden Körpers.

Magnetismus der Erde

- a') Resultanten zwei: eine an N und eine an S wirkend und zwar in einer bestimmten Ebene schief gegen den Horizont.
- b') Anziehung an N und Abstossung an S .
- c') Bloß Drehung ohne Progressivbewegung des Magneten.

Besonders wird es sich empfehlen, die Unterschiede c und c' hervorzuheben. Denn das sind totale Verschiedenheiten. Um c' deutlich zu machen, muss selbstverständlich der Magnet schwerelos gedacht werden. Dies bewirkt ja in unserm Hilfsapparat die Unterstützung durch die Gabel t . Aber wenn man den Magneten schwerelos denkt, würde in freier Luft die Einstellung nach Fig. 2 auch ohne Unterstützung eintreten.

Man stelle ferner NS in horizontaler Lage mittels der Schraube h fest und drehe dann NS beliebig aus dem magnetischen Meridian heraus. Beim Loslassen wird er dann sofort von den Kräften p in den Meridian gebracht. Man hat es hierbei demnach zu thun mit einer Deklinationsnadel, welche gezwungen ist, sich nur horizontal zu bewegen und durch die gesamte Kraft des Erdmagnetismus nur so bewegt wird, als wäre bei einer völlig frei beweglichen Nadel nur die horizontale Componente vorhanden, mit anderen Worten: es kommt von der gesamten Kraft p nur die horizontale Componente zur Wirkung.

Bringt man den Stab NS in eine solche Lage, dass die horizontale Drehungsachse in den magnetischen Meridian fällt, so müfste nunmehr, wenn man NS mittels h_1 in dieser Lage feststellt und nur eine Drehung um die horizontale Achse zulässt, NS in eine zum Horizont senkrechte Stellung kommen. Es wird diese Einstellung

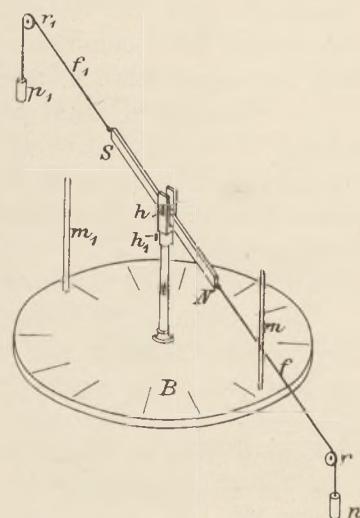


Fig. 2.

jedoch nicht erreicht, weil die Reibung zu grofs ist und auch das Stativ t mit seiner Gabeleinrichtung nach unten hin ein Hindernis bietet. Man muß demnach darauf verzichten, diesen Fall des Maximums der Inklinations zu realisieren, bei welchem die Magnetnadel unter dem Einfluß des Erdmagnetismus, falls ihre horizontale Drehungsachse im magnetischen Meridian liegt, sich senkrecht stellt.

3. Kinetische Gaslehre. Zur Erläuterung des Grundprinzips der kinetischen Gaslehre verwende ich von einem älteren sogen. Percussionsapparat neun Stück Elfenbeinkugeln von ca. 35 mm Durchmesser. Dieselben werden an einem quadratischen Brett von 30 cm Seitenlängen an ca. 3 m langen Bindfaden so aufgehängt, daß die neun Kugeln eine Ordnung wie die neun Kegel beim Kegelspiel bilden und wobei die äusseren Kugeln je um 10 cm mit ihren Mittelpunkten von einander abstehen.

Das erwähnte Brett wird dann in entsprechender Höhe in horizontaler Lage an einer Zuglatte befestigt und können die Kugeln sich dann in einer Pendelbewegung frei bewegen. Der zweite Teil der Einrichtung besteht in einem quadratischen Marmortrog, dessen vertikale Seitenwände im Lichten 35 cm von einander abstehen und mittels Gyps an einander und auf eine Marmorodenplatte befestigt sind. Dieser Trog, da er aus geschliffenen Platten von grauem gewöhnlichen Marmor construiert ist, kommt zwar in seiner Anschaffung etwas teuer, doch ist die Erläuterung des hier in Betracht kommenden Prinzips auch von großer Wichtigkeit. Außerdem kann ein solcher Trog, wie hernach noch bei anderen Experimenten gezeigt werden soll, eine weitere zweckmäßige Verwendung finden.

Wenn man nun die Fäden zusammendreht, so bilden die neun Kugeln einen Knäuel. Ich fordere dann beim Vortrage die Zuhörer auf, sich in diesem Knäuel eine Flüssigkeitsmasse vorzustellen, welche schließlich durch Wärmezufuhr in Dampf (Gas) verwandelt werden soll. Nun überläßt man die Kugeln und die tordierten Fäden sich selbst. Die ersten kommen durch Centrifugalkraft mehr und mehr von einander in einen grösseren Abstand. Diese Vergrößerung des Abstandes versinnlicht die Wärmewirkung bei der Entgegenführung des Flüssigkeitsquantums zu seinem Siedepunkt. Darauf tritt der Moment ein, wo ein, zwei und bald alle neun Fäden je einzeln aus der Torsion sich lösen, und bald sieht man die neun Kugeln jede mit einer eignen Richtung progressiv in den Raum fliegen (selbstverständlich nur so weit es die Fäden und die zuletzt in Betracht kommende Centrifugalkraft es gestattet). Diese Progressivbewegung der Kugeln versinnlicht nun den Vorgang, wie er bei einer Flüssigkeit im Moment ihres Siedens eintritt, indem dann die einzelnen Moleküle sich aus ihrem Flüssigkeitsverband lösen und je geradlinig in den Raum fliegen infolge eines letzten Schubs, den sie durch die Wärmezufuhr bekamen. Von der wieder rückwärts gehenden Bewegung der Kugeln, die ja eine Pendelbewegung ausführen, muß man natürlich absehen lassen und darauf aufmerksam machen, daß man sich, um das Analogon vollständiger zu erkennen, die Kugeln in dauernder geradliniger Progressivbewegung vorstellen müsse.

Bis jetzt ist der Marmortrog nicht zur Verwendung gekommen, dies geschieht erst bei dem zweiten Teil des Experiments, wobei es sich um die Erläuterung des Gasdrucks im Sinne der kinetischen Auffassung handelt. Hierbei werden die Fäden erst wieder geradeso wie vorher um einander tordiert; sodann aber wird der Marmortrog unter die Kugeln gestellt, sodaß diese noch in den letzteren hineinragen. Überläßt man jetzt die Fäden der Detorsion, so fliegen die Kugeln wie vorhin in einem bestimmten Moment auseinander, schlagen hierbei aber an die vertikalen Wände des Trogs an, prallen von hier wieder ab, schlagen an eine andere Wand an u. s. w.

Da man das Anschlagen an die Seitenwände hört, so läfst sich jetzt sehr gut den Zuhörern begreiflich machen, daß unter Druck auf die Wände, unter Gasdruck, die Wirkung von lebendigen Kräften, von Stoßkräften, zu verstehen ist, und daß der Ausdruck Spannkraft eigentlich nicht mehr zulässig ist. Die Zuhörer begreifen auch jetzt sehr leicht, wie bei einem engeren Raum, bei einem engeren Trog, dieselbe Menge der Kugeln öfter zum Anschlag an die Wände kommen muß, wie hiermit eine Vermehrung der Stoßse, eine Vermehrung der lebendigen Kraft, d. h. eine Vermehrung der Druckkraft der Gasmasse eintreten muß und wie nach Mariotte die Druckkraft einer eingeschlossenen Gasmenge wachsen muß, wenn man den Raum, in welchem sie eingeschlossen ist, verkleinert und umgekehrt. Nachdem so erst der Hauptzusammenhang klargestellt ist, kann dann event. eine weitere Auseinandersetzung klar machen, wie es kommt, daß gerade die Druckkräfte sich umgekehrt wie die Volumina verhalten. Ich habe gefunden, daß die Zuhörer von der Vorführung dieser Experimente sehr befriedigt wurden.

4. Umsetzung der Energieen. Erhaltung der Kraft. Ich pflege insbesondere die Pendelbewegung²⁾ als ein vollendetes Beispiel für die Umsetzung der Energieen, Energie der Bewegung in Energie der Lage und umgekehrt, den Zuhörern darzustellen. Im Anschluß hieran führe ich dann Experimente vor, bei welchen diese Umsetzung nur teilweise die ursprüngliche Bewegung wieder rückwärts bewirkt und mehr und mehr sich eine Spaltung einer vorhandenen Energie in andere Arten von Energieen klar erkennen läßt.

Eine Elfenbeinkugel von ca. 2 cm Durchmesser fällt aus einer Höhe von etwa 1 m in den Marmortrog, der in No. 3 beschrieben wurde, herab. Man sieht die Kugel nach dem Aufschlag wieder in die Höhe steigen, aber nicht bis zur ursprünglichen Höhe; nun fällt sie zum zweiten Mal, vielleicht aus einer Höhe von 50 cm, sie steigt wieder, aber nicht bis zu 50 cm, sondern vielleicht nur bis zu 20 cm u. s. w. Man erhält eine in vertikalen Geraden verlaufende Pendelbewegung mit immer kürzerer Elongation, aber auch immer kleiner werdender Schwingungsdauer. — Das letztere ergibt sich einfach aus einer der Fallformel $t = \sqrt{2h/g}$. Ein Teil der Energie der aufschlagenden Kugel geht verloren. Zunächst wird ja doch eine Schallerscheinung wahrgenommen, denn man hört das Aufschlagen der Kugel; ihr Stoß teilt sich dem ganzen Marmortrog mit und auch der Tisch, worauf der Trog steht, wird erschüttert. Nun kann man in den Marmortrog eine Metallplatte legen und kann die Kugel anstatt auf die Marmorplatte auf jene fallen lassen. Man hört deutlich, wie die Metallplatte beim Aufschlagen ein klapperndes Geräusch macht; sie wird ihrer ganzen Masse nach in eine auf- und niedergehende Bewegung gebracht, und endlich hat die fallende Kugel so viel ihrer lebendigen Kraft verloren, daß sie gar nicht mehr bis zur Höhe des Randes der Seitenwände des Troges zurücksteigt.

Sodann kann man in einen Schachtdeckel Sand füllen und die Kugel auf diese Sandmasse fallen lassen. Das Aufschlagen hört man nunmehr nur wenig, aber die Kugel bleibt doch nach dem Aufschlagen sofort liegen; von ihrer lebendigen Kraft hat sie nicht soviel wieder zurückerhalten, um eine auch nur kleine Strecke wieder rückwärts in die Höhe steigen zu können. Diese ihre ganze lebendige Kraft wurde verwendet, um die Sandkörner in Bewegung zu bringen; man sieht wie diese ringsum um die Schachtel zerstreut auf dem Tisch liegen, während sie vorher eine Höhlung ausfüllten, welche die fallende Kugel gebildet hat.

²⁾ Vgl. No. 6 der früheren Mitteilungen in der Zeitschr. z. Förd. d. phys. Unterr. 3. Jahrg. S. 54.

5. „Analogon zu den Hertzschen Versuchen.“ Schon HERTZ hat darauf hingewiesen, wie die stehenden elektrischen Wellen ihre Analogie in der Akustik finden: so z. B. bei den Luftwellen, die von einer Wand reflektiert werden, mit direkten Wellen interferieren und so im Raum Knoten und Bäuche bilden, deren Lage sich mittels Resonatoren nachweisen lässt. In ähnlicher Weise können nun meine stehenden Fadenschwingungen sehr gut benutzt werden, um ein Analogon zu den elektrischen Wellen vorzuführen. Ich benutze hierzu eine Stimmgabel, welche durch einen Elektromagneten mit Quecksilberekontakt sich selbst in kräftiger Schwingung erhält. Sie giebt in der Sekunde ca. 60 Schwingungen, ihre Zinkenenden machen etwa $\frac{1}{2}$ cm weite Exkursionen. Wenn man nun an einem der Zinken einen weißen Zwirnsfaden durch eine Öse durchzieht und das Ende des Fadens irgendwie am Stiel der Gabel befestigt, so kann das andere Ende des Fadens in einer Entfernung von 20—30 Metern an einem Wirbel befestigt und mittels dieses gespannt werden, um stehende Wellen zu erhalten, deren Bäuche und Knoten man in schönster Art erkennt.

Der Versuch kann nun weiter so eingerichtet werden, dass die Stimmgabel in ein besonderes Zimmer verwiesen und hier auf einer Unterlage befestigt wird, welche die Schallerschüttungen möglichst wenig auf die darunter befindliche Tischplatte überträgt. Ich verfahre hierbei so, dass ich das Brett mit der Stimmgabel inkl. Elektromagnet auf eine dicke Lage eines vorher nass gemachten Handtuchs aufsetze und durch einen Gewichtstein festlege. Sodann wird der Faden durch einen Schlitz in einer Thür horizontal durch den weiteren Raum bis zu einem Spannwirbel fortgeführt. Befindet man sich dann in der Nähe dieses Wirbels, so wird man kaum etwas von den Schwingungen der Gabel hören. Man sieht die Knoten und die Bäuche, hört aber keinen Ton des Fadens. Nun nimmt man einen ganz dünnen Gummischlauch, der an einem Ende ein durchbohrtes Horn- oder Hartgummistückchen trägt, welches in den Gehörgang eines Ohres eingesetzt werden kann. Das andere Ende des Schlauches kann über ein etwa 3 mm im Lichten haltendes Stückchen eines Metallröhrechens gestreift werden, welches dann beim Hören durch den Schlauch ganz nahe an den schwingenden Faden gehalten wird. Nun kann man sofort nachweisen, dass ein Ton, der identisch ist mit dem der Gabel, gehört wird, wenn man das Schallröhrechen in die Nähe eines Bauches, dagegen verschwindet, falls man das Röhrechen an einen Knoten hält. Macht der Beobachter die Augen zu und dirigiert ein Zweiter das eine Ende des Schlauches, so kann der erste Beobachter sofort angeben, ob an der betreffenden Stelle ein Bauch oder ein Knoten vorhanden ist.

Das Analogon zu den elektrischen Wellen ist klar. Das Ende der Gabel, an dem der Faden befestigt ist, ist die Stelle, von wo aus die primären Wellen ausgehen, und entspricht der Stelle, wo bei der Elektrizität etwa die Primärwellen durch Funken einer Leydener Flasche bzw. durch Funken eines Induktors erregt werden. Der Spannwirbel entspricht der Stelle einer Metallwand, an welcher die elektrischen Wellen reflektiert werden.

Die Bäuche und Knoten der elektrischen Wellen weist HERTZ durch elektrische Resonatoren nach, bei denen zwischen zwei Enden eines Drahtes Funken überspringen oder nicht, je nachdem der Resonator an bestimmte Stellen von elektrischen Bäuchen oder Knoten gehalten wird. Dementsprechend wird bei meinem akustischen Experiment der Hörschlauch verwendet. Man kann aber die Analogie mit den HERTZschen Versuchen noch größer machen, wenn man einen Fadenresonator verwendet. Dieser besteht einfach in einem Stück gebogenen Drahtes, über dessen Enden ein kurzer Faden gespannt ist, so dass das Ganze einen kleinen Flitzbogen bildet. Ist die Span-

nung des Fadens die richtige, was sich leicht durch entsprechende Biegung des Bügels erreichen lässt, und hält man den Faden des Bügels dann an die Stelle eines Bauches des langen schwingenden Fadens, so gerät auch der Resonator-Faden mit 1, 2 oder mehr Abteilungen in stehende Wellen; hält man aber den Resonator-Faden an die Stelle eines Knotens des Stimmgabel-Fadens, so versagt es der erstere, stehende Wellen zu zeigen.

Stellt man das Fadenexperiment etwa im Freien an, wobei man die Stimmgabel auf Stein oder auf einen direkt auf dem Erdboden stehenden Tisch aufstellen kann, so fällt die Resonanz von der Stimmgabel nach weiteren Stellen des Fußbodens vollständig weg und man braucht nicht etwa die Gabel in einen Raum zu verweisen, der von dem weiteren Raume, in dem der Faden fortläuft, durch eine Thür getrennt ist. Für meine Experimente empfahl sich das letztere deshalb, weil in der betr. Thüre so wie so schon eine Füllung herausgenommen war, um für die Experimente der Optik etc. das Heliostatenlicht ins Auditorium zu lenken. In diese Füllung konnte dann leicht ein Pappdeckel mit einem schmalen vertikalen Schlitz eingesetzt werden, durch welchen der Faden gezogen wurde, dessen Schwingungen, da die Gabelzinken in einer Vertikalebene schwangen, auch in einer Vertikalebene vor sich gingen.

Auch die Art der Berechnung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellenbewegung, wie sie HERTZ bei seinen elektrischen Schwingungen vornahm, lässt sich leicht und anschaulich bei dem Fadenexperiment versinnlichen. Diese Geschwindigkeit ist in beiden Fällen gleich $v = N \cdot \lambda$ ist, wenn N die Zahl der Primärpulse und λ die Wellenlänge bedeutet; also ergibt sich, da z. B. bei meiner Stimmgabel N gleich 60 ist, und wenn beispielshalber durch entsprechende Spannung des Fadens eine Strecke desselben zwischen zwei Knoten gleich 80 cm, d. h. die ganze in Betracht kommende Wellenlänge $\lambda = 2 \cdot 80 = 1,6$ m gemacht werden kann, $v = 60 \cdot 1,6 = 96$ m als die Transversalfortpflanzungsgeschwindigkeit bei dem betr. Faden und der betr. Spannung.

Vergleichung von Magnetnadeln.

Von

Joh. Kleiber in München.

Man klebe (mit Wachs) auf dem Tische ein Blatt Schreibpapier fest und auf diesem in der Mitte einen Kork, der eine Nadelspitze zur Aufnahme der zu untersuchenden Magnetnadeln trägt.

Durch Aufsetzen einer der letzteren bestimme man hierauf die Nord-Süd- und die Ost-Westrichtung, welch beide man durch einen Bleistiftstrich andeutet (Orientierung).

Nun befestigt man mit ein wenig Klebwachs die zwei zu vergleichenden Magnetnadeln unter einem rechten Winkel aufeinander und setzt schließlich die so erhaltene Verbindung auf die Nadelspitze (Fig. 1).

Ist die Ruhelage erreicht, so projiziert man diese möglichst genau aufs Papier und zieht von den Nadelenden A und B die Senkrechten AA' bzw. BB' zur Ostwestlinie, um auf letzterer die Strecken a und b zu ermitteln.

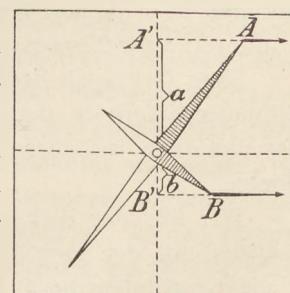


Fig. 1.

Bezeichnen *A* und *B* gleichzeitig die Polstärken der benutzten Nadeln, so ist die Ruhelage dadurch charakterisiert, dass die Drehmomente von *A* und *B* sich gegenseitig aufheben, d. h. dass

$$a \cdot A = b \cdot B, \text{ folglich } A:B = b:a.$$

Die bei *A* und *B* in Betracht kommenden Kräfte sind eigentlich *AH* und *BH*, wenn *H* die erdmagnetische Horizontalkomponente, rund $\frac{1}{5}KE$ bedeutet. Auch wäre es genauer, anzunehmen, dass die Pole nicht in den Nadelenden konzentriert sind, sondern der Nadelmitte je um 17% näher liegen. Statt *a* und *b* wäre also besser anzusetzen 0,83*a* und 0,83*b*. Doch wird hierdurch am Resultate nichts geändert.

Dieselbe geometrische Konstruktion gilt auch, wenn man die Nadeln unter einem anderen Winkel verbindet. Daher braucht bei Ausführung des Versuchs auf die rechtwinklige Verbindung der Nadeln keine besondere Vorsicht verwendet zu werden. Wiederholt man den Versuch unter Variation des Winkels der Nadeln, so kann man aus den Werten der *a* und *b* geeignete Mittelwerte bilden.

Zumeist kann man sich das Aufeinanderkleben der Nadeln ersparen; es genügt, sie bloß aufeinanderzulegen, wenn die gegenseitige Reibungshemmung groß genug ist, um die inneren Kräfte des Systems in ihrer Wirkung aufzuheben.

Wie man sieht, hat die angegebene Methode den Vorteil, dass sie erstlich an das Denkvermögen des Schülers die geringsten Anforderungen stellt (die Lösung erfolgt ja konstruktiv unter Ausschluss aller Zwischenrechnung) und zweitens von diesem zu Hause selbst mit den Bruchstücken einer magnetisierten Stricknadel wiederholt werden kann. (Das Achathütchen ersetzt er dabei durch einen messingenen Fingerhut, auf welchen er mit Wachs seine Nadelstücke befestigt; solch ein Fingerhut erhöht gleichzeitig die Stabilität des ganzen Systems.)

Auf dem angegebenen Wege sind die Polstärken der in der Sammlung vorhandenen Magnetnadeln, sowie der Bruchstückchen magnetisierter Stricknadeln, wie sie sich gelegentlich der Vorträge über Magnetismus ergeben, in ein paar Augenblicken nach einer bestimmten Normalnadel der Sammlung zu aichen.

Um dies ohne weitere Vorbereitung ausführen zu können, möchte ich jedem, der dieser Idee freundlich gegenübersteht, raten, sich eine Magnetnadel- oder Polwage herzustellen oder von einem Schüler bzw. einem Mechaniker herstellen zu



Fig. 2.

lassen. Eine solche besteht nach beistehender Fig. 2 aus dem Grundbrett mit zentraler Durchbohrung, in welche von unten her eine Spitze ragt, aus der Glocke (Glasbüttchen) und aus der in der Mitte sattelförmig vertieften Normal-Magnetnadel. Deren Sattel ist so zu verbreitern, dass man in bequemer Weise die zu untersuchende Magnetnadel einlegen kann. Das Grundbrett oder Tischchen ist oben zweckmäßig mit Millimeterpapier zu überkleben.

Beim Gebrauch dreht man das Tischchen so, dass die eine Strichrichtung des Millimeterpapiers in dem magnetischen Meridian liegt. Das Millimeterpapier überhebt uns dann jeglicher Zeichnung, da die Größen *a* und *b* sofort abgelesen werden können.

Wie aus der Betrachtung der Fig. 1 hervorgeht, ist diese Polwage im Prinzip identisch mit der gewöhnlichen Brief-Schnellwage. Während letztere vertikal steht, da die Kraftlinien der Schwere diese Richtung haben, ist unsere Polwage horizontal angeordnet, da eben die Kraftlinien, auf welche die Polwage reagiert, horizontal (nach Norden gerichtet) verlaufen. Man kann also die oben geschilderte Wage auch als eine Schnellwage zum Abwägen von Magnetpolen bezeichnen.

Will man sich nicht dabei beruhigen, die einzelnen Magnetnadelstärken in Einheiten der Normalnadel der physikalischen Sammlung ausgedrückt zu haben, so erübrigts nur noch, die gewählte Normalnadelstärke in absolutem Maße zu messen. Wie das auf einem den Schülern der physikalischen Anfangsstufe angemessenen Wege geschehen kann, habe ich bereits in dieser Zeitschrift (*X 72, 1897*) gezeigt.

Über das Vermeiden von lästigen oder schädlichen Folgen bei chemischen Schulversuchen.

Von

Prof. Friedrich Brandstätter in Pilsen.

Bekanntlich gestaltet sich die Ausführung zahlreicher und oft gerade hochinteressanter, lehrreicher, chemischer Versuche sehr lästig, gesundheitsschädlich, ja gefahrdrohend, sei es nun durch das Auftreten übelriechender Gase oder durch besondere Giftigkeit des verarbeiteten Materials oder der entstehenden Produkte oder infolge von Feuers- und Explosionsgefahr u. dgl. m. Nun wird allerdings ein geübter und erfahrener Experimentator in einem wohl ausgerüsteten Hörsaal und umgeben von allen Helfsmitteln, sinngreichen Schutzausrüstungen und zweckmäßigen Abzugsräumen und Ventilationsanlagen jene Unannehmlichkeiten und Gefahren entweder völlig beseitigen oder doch auf das kleinste Maß beschränken können.

Allein wie Wenigen und besonders Mittelschullehrern stehen so ausgestattete Hörsäle zur Verfügung? Wie primitiv und dürfzig sind oft unsere chemischen Schularäumlichkeiten und wie unzureichend klein die bezüglichen Dotationen! Man muss also mit möglichst einfachen, fast kostenlosen Anordnungen sein Auslangen zu finden suchen, um jene Übelstände zu bannen. Dass und wie dies dem umsichtigen Lehrer der Chemie möglich ist, soll nun an einigen Beispielen dargelegt werden.

Sehr empfehlenswert ist zunächst das Arbeiten mit möglichst kleinen Mengen, also das Ausführen des betreffenden Versuches im geringsten Maßstabe, wobei man natürlich nur soweit gehen darf, dass der Versuch selbst von den entfernt sitzenden Schülern noch deutlich beobachtet werden kann. Beide Bedingungen lassen sich aber oft ganz gut vereinen.

Die Darstellung des Cyangases durch Erhitzen von Quecksilbercyanid ist, da man das Gas über Quecksilber auffangen muss, ziemlich umständlich, und das Entweichen des sehr giftigen Gases in die Luft dabei schwer zu vermeiden. Folgende Ausführung genügt vollständig zur raschen, mühe- und gefahrlosen Bekanntmachung der Schüler mit dem Gase. Ein an einem Ende in eine stumpfe Spitze ausgezogenes und hier zugeschmolzenes Glasrohr von 12 cm Länge und 8 mm Weite (Spitzkölbchen) wird 2 cm hoch mit gepulvertem Quecksilbercyanid beschickt und an der Flamme eines Gasbrenners oder einer Spirituslampe erhitzt, wobei man mit einem sofort bereit gehaltenen Kerzchen das alsbald entweichende Gas an der Mündung des Rohres entzündet. Es brennt nun so lange mit der schönen, charakteristischen, purpurfarbigen Flamme fort, bis die Zersetzung des Quecksilbercyanides zu Ende ist. An den kälteren Teilen des Rohres kann man dann den Schülern den erhaltenen Quecksilberanflug vorzeigen.

Die bekannte Darstellung des selbstentzündlichen Phosphorwasserstoffes durch Erhitzen von gelbem Phosphor mit Kalilauge gestaltet sich bei folgender Anordnung ganz gefahrlos und möglichst wenig das Geruchsorgan belästigend. In eine

Eprouvette von 16 bis 18 cm Länge und 20 bis 25 mm Weite wird ein bohnengroßes Stück gelben Phosphors und 5—6 cm hoch mäßig concentrirte Kalilauge gegeben und darüber etwas Äther gegossen. Dann wird die Eprouvette mit einem einfach durchbohrten Stopfen geschlossen, der das Gasableitungsrohr trägt. Dieses reicht mit seinem Ende in eine mit Wasser gefüllte Schale. Die Eprouvette wird mit ihrem unteren Teile in eine Blechbüchse von 6—7 cm Länge und 3—3,5 cm Durchmesser gestellt und der Zwischenraum mit feinem Sand ausgefüllt. Wird die Büchse nun erhitzt, so treten, nachdem vorerst durch Verdampfen des Äthers alle Luft ausgetrieben ist, die Gasblasen des entweichenden Phosphorwasserstoffes auf, die sich über dem Wasserspiegel der Schale entzünden und die bekannten, schönen Rauchringe von Phosphorpentoxyd liefern. Sobald das Erhitzen der Büchse unterbrochen wird, hört auch bald die Gasentwicklung auf. Beim Einhalten dieser Größen- und Mengenverhältnisse wird genau derselbe Effekt erzielt, wie beim Erhitzen größerer Mengen von Phosphor und Lauge in dem gewöhnlich vorgeschriebenen $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Liter-Kolben.

Die Darstellung des nicht selbstentzündlichen Phosphorwasserstoffes aus Zinkphosphid und verdünnter Schwefelsäure ($Zn_3 P_2 + 3 H_2 SO_4 = 2 PH_3 + 3 ZnSO_4$) kann in eben diesem kleinen Maßstabe gezeigt und so die übeln Wirkungen des giftigen Gases hintangehalten werden. In eine Eprouvette von der Gröfse der vorhin erwähnten wird etwa 1,5 g Zinkphosphid, das man durch Erhitzen von 3 Teilen Zinkstaub und 1 Teil rothem Phosphor im bedeckten Tiegel als schwarzes, zusammenhängendes Pulver erhält, gegeben und darüber 5 cm hoch Wasser gegossen. Die Eprouvette wird mit doppelt durchbohrtem Pfropfen verschlossen, der ein bis fast zum Boden der Eprouvette reichendes Trichterrohr und ein Gasableitungsrohr trägt. Man giesst nun einige Tropfen concentrirte Schwefelsäure durch das Trichterrohr nach und leitet die kleine Menge des sich sofort entwickelnden Gases in einige mit Wasser gefüllte und in der pneumatischen Wanne befindliche Eprouvetten. Diese werden dann mit der Mündung nach unten aus der pneumatischen Wanne gehoben. Das Gas entzündet sich an der Luft nicht von selbst, wohl aber, wenn man der Mündung einen mit etwas roter, rauchender Salpetersäure befeuchteten Glasstab nähert, worauf der Phosphorwasserstoff mit leuchtender Flamme unter Entwicklung von Phosphorpentoxyd und Bildung eines roten Anfluges von amorphem Phosphor an den Eprouettenwänden verbrennt.

Die Darstellung des Chlors und die Versuche mit demselben gehören bekanntlich zu den unangenehmsten Arbeiten und erfordern viel Umsicht, wenn man sich vor dem höchst lästigen und gesundheitsschädlichen Einatmen des Gases hüten will. Ich empfehle folgende Anordnung, die selbst beim Arbeiten mit großen Mengen das Entweichen des Gases in die Luft des Hörsaales vollständig hindert und die Darstellung des Gases, sowie das Füllen der zu den Versuchen bestimmten Glaskolben am Experimentiertheile während des Unterrichts gestattet. Das Gasableitungsrohr des zur Erzeugung von Chlor mit Braunsteinstückchen und roher Salzsäure beschickten, $\frac{1}{2}$ bis 1 Liter fassenden Kochkolbens wird zunächst mit einem mit Hähnen versehenen Gabelrohr, sog. Zweiweghahn, aus Glas verbunden, so dass also das Gas zwei Wege nehmen kann. Das eine, von den Schülern aus gesehen hintere Gabelende führt das Gas zunächst in einen mit Zu- und Ableitungsrohr versehenen Erlenmeyerschen Kolben von $\frac{1}{2}$ Liter Inhalt, der zum Teil mit reinem Wasser versehen ist, um die Bildung des Chlorwassers zu zeigen, und von hier in einen zweiten größern Erlenmeyerschen Kolben, der zum Teil mit mäßig concentrirter Natronlauge gefüllt ist, um das Gas völlig absorbieren zu lassen. Zum Überfluss wird aus dem letzten

Kolben etwa nicht verschlucktes Chlor mittels Schlauches in den Abzugraum oder, wo ein solcher nicht vorhanden ist, durchs Fenster in das Freie geführt. Ich habe zu diesem Zwecke ein für allemal den untern Rahmen beider Flügel des dem Experimentiertheile zunächst stehenden Fensters an zwei genau gegenüber liegenden Stellen durchbohrt und stecke gelegentlich eine Glasröhre hindurch, die ich mit dem vom Tische kommenden Ableitungsschlauche verbinde. Das andere, vordere Gabelende des mit dem Chlorentwickelungskolben verbundenen Zweiweghahnes führt das Gas zunächst in eine Waschflasche mit concentrirter Schwefelsäure und das so getrocknete Chlor mittels eines an einem Schlauche befestigten rechtwinklig gebogenen Glasrohres bis zum Boden des damit anzufüllenden, oben offenen Gefäßes (am besten eines Literkolbens). Ist nun durch mässiges Erhitzen des Entwicklungskolbens der Gasstrom in Thätigkeit, so lässt man ihn zuerst eine Weile den hinteren Weg durch das Wasser und die Natronlauge passieren, öffnet dann den bisher geschlossenen Hahn des vorderen Gabelrohrs und lässt das grüngelbe Gas in den Kolben eintreten, dessen Füllung durch die Verdrängung der Luft der Schüler um so besser verfolgen kann, wenn man ein weisses Papier unter und hinter den Kolben stellt. Damit nun beim Füllen auch nicht die geringste Menge des Gases in die Luft entweiche, steckt man den oberen, aus dem Gefäß herausragenden Teil des Zuleitungsrohres durch ein etwa faustgrosses, mit verdünnter Natronlauge eben angefeuchtetes Schwammstück — wozu sich vortrefflich die Reste abgenutzter Schultafelschwämme eignen —, das sonach auf der Mündung des Kolbens liegt und alles etwa überfließende Gas absorbiert. Ist der Kolben bis zum Halse gefüllt, so wird das vordere Gabelende des Zweiweghahns geschlossen, wodurch der Gasstrom wieder den hinteren Weg zu nehmen gezwungen ist, und nach langsamer Herausnahme des Zuleitungsrohrs der Kolben sofort mit einem gut schließenden Stopfen verschlossen. Man kann nun bequem der Reihe nach die andern bereit gehaltenen Kolben oder andere Versuchsgefäße (wie Standcylinder) auf dieselbe Art füllen wie den ersten Kolben, wobei der erwähnte Schwamm nach meinen Erfahrungen die besten Dienste leistet. Ebenso werden dann bei den einzelnen Versuchen mit Chlor die Stiele der zum Verbrennen von Phosphor oder Natrium dienenden Löffelchen, der Draht des eingeführten brennenden Kerzehens, das Glasrohr der eingeführten Wasserstoff- oder Leuchtgasflamme u. s. w. mit gleich grossen, mit Natronlauge angefeuchteten Schwammstücken versehen, um das sonst bei diesen Versuchen unvermeidliche Austreten des Chlorgases in die Luft zu verhindern. Beim Abstellen des Erhitzens wird der Gasstrom noch eine Weile fortdauern, wobei er natürlich nur den hinteren Weg zu nehmen hat, und nach Aufhören desselben das im Entwicklungskolben angesammelte Chlor durch Eingießen von Wasser durch das Trichterrohr vollends in die Absorptionsgefäße getrieben. Dann erst wird der Apparat auseinander genommen, wobei das erhaltene Chlorwasser und die Labaraquesche Lauge zu gelegentlicher Verwendung aufgehoben wird.

In ähnlicher Weise kann auch bei der Darstellung und den Versuchen mit anderen übelriechenden und schädlichen Gasen, z. B. Schwefelwasserstoff, Schwefeldioxyd, vorgegangen werden.

Wie man sonst noch durch oft überraschend einfache Anordnungen und Kunstgriffe die unangenehmen Folgen oder Gefahren eines chemischen Schulversuches vermeiden kann, zeigen manche von mir schon früher in dieser Zeitschrift veröffentlichten Versuche, z. B. über die Verdunstungskälte des Äthers (im 4. Heft des 7. Jahrganges), über das Stickoxyd-Schwefelkohlenstoff-Licht (im 4. Heft des 9. Jahrganges), über Ätherexplosionen (im 3. Heft des 10. Jahrganges).

Zum Schlusse will ich noch einen einfachen Absorptionsversuch für solche Gase empfehlen, die von der betreffenden Flüssigkeit in großer Menge verschlucht werden und sich durch unangenehmen Geruch und schädliche Einwirkung auf die Atmungswerkzeuge bemerkbar machen, also z. B. für Chlorwasserstoff, Fluorwasserstoff, Ammoniak gegenüber Wasser. In einem $\frac{1}{2}$ Liter fassenden Kolben wird das Gas erzeugt, also z. B. Chlorwasserstoff durch Erhitzen von Kochsalz mit einem Gemisch aus gleichen Teilen konzentrierter Schwefelsäure und Wasser, Fluorwasserstoff durch Erhitzen von Fluorcalcium mit konzentrierter Schwefelsäure, Ammoniak durch Erhitzen von Salmiak mit gebranntem Kalk oder von konzentriertem Salmiakgeist. Der Kolben ist mit einfach durchbohrtem, gut schlüssendem Stopfen versehen und durch ein zweimal rechtwinkelig gebogenes Glasrohr mit dem Tubus einer kleinen Glasglocke oder dem Halse einer Flasche mit abgesprengtem Boden in gasdichter Verbindung. Die Gasglocke ist an ihrer unteren Mündung so weit mit Wasser, das sich in einer Glasschale mit flachem Boden befindet, abgesperrt, daß, nachdem bei Entwicklung des betreffenden Gases alle Luft aus Kolben und Glocke verdrängt worden ist, das durch die rasche Absorption bewirkte Aufsteigen des Wassers in die Glocke nur bis etwa $\frac{4}{5}$ ihres Raumes ermöglicht ist, worauf durch Eindringen von etwas Luft der Wasserspiegel wieder sinkt, um sich gleich darauf von neuem zu erheben. Das Wasser ist zweckmäßig mit Lackmustinktur zu färben, nicht nur um das durch die Absorption bewirkte Steigen in der Glocke weithin sichtbar zu machen, sondern auch durch die eintretende Umwandlung der Farbe die saure oder basische Reaktion der erfolgten Lösung zu zeigen. Man wird bei diesem Versuche von einer Belästigung durch das Gas gar nichts zu leiden haben.

Demonstration der Gewichtszunahme und der Bildung von Kohlensäure und Wasser bei der Verbrennung.

Von

Dr. Wilh. Sigmund

an der k. k. deutschen Staats-Oberrealschule in Prag.

Zur Demonstration der Gewichtszunahme bei der Verbrennung einer Kerze werden, soweit mir bekannt, die Versuchsanordnungen von KOLBE und von V. MEYER benutzt. Der Apparat von Kolbe¹⁾ gestattet zwar nicht nur die Gewichtszunahme, sondern auch die Bildung der Verbrennungsprodukte, Kohlensäure und Wasser, zu zeigen, eignet sich jedoch mehr zu wissenschaftlichen Zwecken als für einen Vorlesungsversuch für Anfänger, da er ziemlich compliziert ist, ferner zur Unterhaltung der Verbrennung der Luftpumpe bedarf und infolge dessen nicht frei zu schweben scheint²⁾. Der Apparat von Meyer³⁾ zeichnet sich durch Einfachheit aus, zeigt aber nur die Gewichtszunahme an.

Im folgenden ist eine Versuchsanordnung angegeben, welche ohne Anwendung der Luftpumpe gleichzeitig die Gewichtszunahme und die Bildung von Kohlensäure und Wasser bei der Verbrennung demonstriert.

Ein gewöhnlicher Gaslampencylinder C von 45—50 mm Weite wird oben mit einem doppelt durchbohrten Kork verschlossen, der auf der unteren Seite mit Asbest-

¹⁾ Kolbe, Ber. d. d. chem. Ges. II, S. 238.

²⁾ Vgl. V. Meyer, Ber. d. d. chem. Ges. IX, S. 1667.

³⁾ V. Meyer, Ber. d. d. chem. Ges. IX, S. 1666.

papier bedeckt ist. In den beiden Bohrungen befinden sich einerseits eine U-förmige Röhre mit einem inneren Durchmesser von etwa 13 mm, anderseits eine Kugelröhre, deren Kugel einen Inhalt von 80—100 cm³ besitzt und deren innerer Röhrendurchmesser etwa 10 mm beträgt. An diese beiden Röhren schliesst sich mittels Korkstöpseln je eine dünnwandige Glasröhre von 32—35 mm innerem Durchmesser und 160—180 mm Länge an, deren Enden durch je einen mehrfach durchbohrten Korkstöpsel verschlossen sind. Am unteren Ende des Cylinders befindet sich eine verschiebbare Spange aus Eisen- oder Messingdraht, deren nach abwärts gebogener Teil S zur Aufnahme eines Uhrgläschens dient (vgl. Fig.).

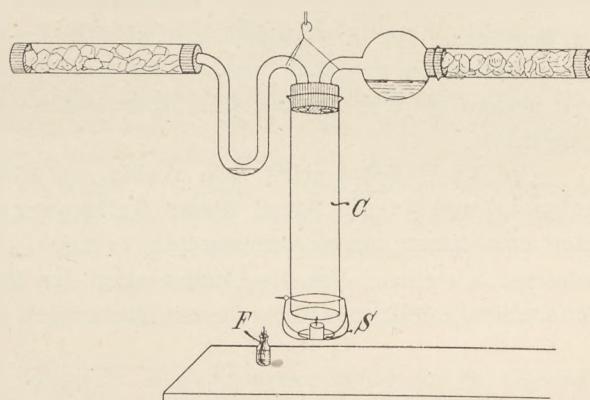
Soll nun der Verbrennungsvorversuch ausgeführt werden, so befestigt man die beschriebene Vorrichtung, jedoch zunächst ohne die beiden Glasröhren, mit Hilfe eines Bindfadens und eines Drahthakens an Stelle der einen Schale einer empfindlichen Wage. Sodann gießt man in die Kugel mit Hilfe einer rechtwinkelig gebogenen Trichterröhre klares Kalkwasser, bringt in den untersten Teil der U-Röhre etwas vollkommen entwässerten, pulverförmigen Kupfervitriol, füllt vorher die beiden Glasröhren mit groben Stücken von Äztnatron und fügt die Röhren gleichzeitig an die beiden Enden der Kugelröhre bzw. U-Röhre an. Durch entsprechendes Verschieben des Bindfadens an dem Drahthaken und durch Drehen der im Korkstöpsel des Cylinders befindlichen Röhrenstücke lässt es sich leicht erreichen, dass die ganze Vorrichtung vollkommen frei hängt, also keinen Teil der Wage berührt und der Cylinder eine lotrechte Lage einnimmt.

Der zu verbrennende Körper wird auf das Uhrgläschchen gebracht. Zur Verbrennung können benutzt werden: eine Kerze, Weingeist, Petroleum, fette und ätherische Öle u. a.; die flüssigen Körper gießt man in kleine Fläschchen F von etwa 20 mm Durchmesser und 30—40 mm Höhe, in welchen sich ein aus einigen Baumwollfäden gedrehter Docht befindet. Durch Verschieben der Drahtspange kann man Kerzen und Fläschchen verschiedener Höhe dem Cylinder anpassen und ein event. Russen der Flamme verhindern.

Nachdem die Wage ins Gleichgewicht gebracht worden, wird der zu verbrennende Körper angezündet, worauf zunächst ein Ausschlag nach der Gewichtsseite der Wage erfolgt, doch ist das Gleichgewicht alsbald hergestellt, und nach ein bis zwei Minuten ist ein deutlicher Ausschlag nach der entgegengesetzten Seite wahrnehmbar, nach drei bis fünf Minuten nimmt in der Regel die Verbrennungsvorrichtung den tiefsten Stand ein.

Die Bildung von Kohlensäure wird schon nach einer Minute durch eine deutlich wahrnehmbare Trübung des Kalkwassers in der Kugel erkannt. Die Entstehung von Wasser wird zunächst durch Blauwerden des vorher weißen Kupfervitriols und nach kurzer Zeit durch eine blaue Lösung in der U-Röhre angezeigt.

Um zu zeigen, dass die Trübung des Kalkwassers in der Kugel nicht etwa die Folge des Kohlensäuregehalts der Luft ist, kann man gleichzeitig in eine Glasschale, welche den gleichen Durchmesser hat wie die Kugel, gleichviel Kalkwasser geben



und neben der Wage aufstellen; man wird dann sehen, dass in der kurzen Zeit, in welcher sich das Kalkwasser in der Kugel intensiv trübt, das Kalkwasser in der Schale fast ganz klar bleibt. Ein ähnlicher Kontrolversuch lässt sich bezüglich des Wassers mit dem entwässerten Kupfervitriol ausführen.

Will man nur die Gewichtszunahme demonstrieren, so schaltet man die Kugelröhre und die U-förmige Röhre aus und ersetzt sie durch je eine rechtwinklig gebogene Röhre.

Soll der Versuch nur qualitativ ausgeführt, also nur die Bildung von Kohlensäure und Wasser gezeigt werden, so kann ebenfalls die oben beschriebene Vorrichtung unter Hinweglassung der beiden mit Ätznatron gefüllten Röhren benutzt werden. Zweckmäfsiger ist es jedoch in diesem Falle, die U-Röhre und die Kugelröhre hintereinander auf derselben Seite des Cylinders anzubringen und denselben gröfsere Dimensionen zu geben, so z. B. eine Kugelröhre mit einem Inhalt von etwa 200 cm³ zu benutzen. Der Korkstöpsel im Cylinder muss auch hier zum Schutze desselben mit Asbestpapier umgeben werden. Es genügt, die ganze Vorrichtung an einer Stelle, am besten an dem horizontalen Röhrenstücke zwischen Cylinder und U-Röhre zu befestigen.

In die U-Röhre wird, wie vorhin, entwässerter, pulverförmiger Kupfervitriol gebracht und in die Kugel klares Kalkwasser gegeben; unter den Cylinder kann man eine Kerze, einen Bunsenschen Brenner, eine Weingeist-, Petroleum- oder Öllampe u. a. stellen. Um die Condensation des Wasserdampfes in der U-Röhre zu beschleunigen, stellt man diese in ein Becherglas mit kaltem Wasser.

Einige Bemerkungen über das C.S.G.-System im Unterrichte.

Von

Professor Dr. Alois Höfler in Wien.

Die Anregung zur Veröffentlichung der nachfolgenden Bemerkungen giebt mir der Aufsatz über „das absolute Mafssystem“ von O. LEHMANN (*d. Ztschr. X 77—84, 1897*), worin es gegen Ende heifst: „Aus diesen Gründen dürfte es sich empfehlen, das CGS-System nur da anzuwenden, wo es durchaus nötig und zweckdienlich ist, also namentlich bei theoretisch physikalischen Rechnungen, in der Technik dagegen und auf der ersten Stufe des physikalischen Unterrichts diejenigen Einheiten beizubehalten, welche sich nun z. T. schon ein Jahrhundert lang praktisch bewährt haben. — Insbesondere wäre es bei der überaus knappen Zeit, welche dem physikalischen Unterricht an Mittelschulen eingeräumt ist, und bei den vielen Schwierigkeiten, auf welche dieser Unterricht schon aus anderen Gründen stösst, in hohem Mafse erwünscht, wenn nicht neben den selbstverständlich unentbehrlichen praktischen Mafsen noch das CGS-System behandelt würde, dessen Kenntnis für die meisten Schüler keinen Wert hat, dagegen einen sehr großen Teil ihrer Arbeitskraft und Zeit in Anspruch nimmt, der weit nützlicher verwertet werden könnte. Diejenigen, welche weitergehende Studien an der Hochschule zu machen beabsichtigen, haben dort noch reichliche Gelegenheit, das CGS-System nach allen Richtungen hin kennen zu lernen.“

Es ist nicht meine Absicht, auf alle einzelne Erwägungen des angeführten inhaltsreichen Aufsatzes, sei es zustimmend, sei es polemisch, einzugehen. Ich möchte zunächst nur aussprechen, dass LEHMANNS Anregungen auf alle Fälle das Verdienst eines Minoritätsvotums haben, indem sie geeignet sind, die heute zweifellos schon für das CSG-System bestehende Majorität zu neuerlicher Prüfung ihrer Gründe zu veranlassen und allenfalls einer blofs auf Nachahmung oder auf Autorität hin sich einbürgерnden unzweckmäfsigen Gewohnheit noch rechtzeitig vorzubeugen. Zu prüfen, ob wenigstens in einzelnen Punkten die un-

bedingte und ausnahmslose Verwendung des CSG-Systems im Schulunterricht in der That nicht das denkbar Zweckmässigste sei — dazu sollen auch die nachfolgenden Bemerkungen Anregung geben. Sollte sich an sie eine Diskussion knüpfen, so werde ich mir vorbehalten, späterhin in dieser Sache wieder das Wort zu ergreifen.

1. Eine bestimmte Stellungnahme zu einem sogenannten absoluten und einem sogenannten technischen Maßsystem wird sich der physikalische Unterricht nicht etwa ganz ersparen können, seitdem es mehr und mehr anerkannt wird, dass sich auch der physikalische Unterricht nicht auf Vortragen und Wiedergeben des Lehrstoffes beschränken darf, sondern so viel als möglich ähnlich dem mathematischen in Form der Bearbeitung concreter Beispiele und Übungen bewegen muss. Wird mit dieser Forderung Ernst gemacht, so wird sich auch die andere Forderung, dass es nichts tauge, wenn der Schüler bloß Formeln, d. h. Beziehungen zwischen Maßzahlen ohne regelmässige Hinzufügung der Maßeinheiten ausspricht und hinschreibt, von selbst Geltung verschaffen¹⁾. Ein dritter einschlägiger Umstand ist der, dass das physikalische Denken in bloßen Proportionen, welches die Wahl fester Einheiten umgangen hatte, immer mehr abkommt. Wir können also die Stellungnahme zum CSG-System im Schulunterricht in die freilich sehr spezielle Form der Frage kleiden, was für Benennungen und Bezeichnungen wir die Schüler zu den angegebenen und den gefundenen physikalischen Zahlen sollen sprechen und schreiben lassen — eine Frage, welche wie alles, was Zeichen und speziell Namen betrifft, natürlich nur von untergeordneter Wichtigkeit ist, aber doch irgendwie und in der Schule wenigstens seitens je eines Lehrers gegenüber je einer Schulkasse in einheitlicher Weise beantwortet werden muss. Dass für dieselbe Sache verschiedene Zeichen möglich sind, und dass bei ihrer Wahl außer sachlichen Rücksichten auch der persönliche Geschmack sein Recht hat, soll von vornherein ausgesprochen sein, damit nicht eine oder die andere der nachfolgenden Bemerkungen allzu kleinlich und subjektiv genannt werde.

2. Im Schulunterricht — u. zw. komme in ausgedehnterem Maße nur die Oberstufe in Betracht, da der Unterricht auf der Unterstufe auf Messungen und mathematische Beziehungen nur selten einzugehen Gelegenheit hat — dürfte die Erörterung darüber, dass es zwei Systeme gebe, welche beide, an die Gleichung $p = mg$ anknüpfend, sich dadurch unterscheiden, dass das terrestrische von der Einheit für p , das absolute von der Einheit für m ausgeht, überhaupt erst seit der Zeit einen regelmässigen Teil des Unterrichtes bilden, wo sich das absolute, u. zw. das CSG-System in der Wissenschaft und innerhalb der Technik, wenigstens in der Elektrotechnik, schon ziemlich allgemeinen Eingang errungen hatte. Dieser historische Umstand könnte von Gegnern des CSG-Systems in der Schule dahin gedeutet werden, dass der Unterricht jene Neuerung ohne innere Nötigung zum Gegenstande einer bloßen Mitteilung an die Schüler und einem für sie unfruchtbaren Lernstoff gemacht habe. Liegt es aber nicht näher, das Eindringen des CSG-Systems in die Schule daraus zu erklären, dass auch diese etwas von demjenigen Bedürfnis zu verspüren angefangen habe, dem jenes System seinen Erfolg in der Wissenschaft gewifs allein zu danken hat? — Weniger einfach als das Verhältnis der Schule zur Wissenschaft ist das der Schule zur Technik. Wie in dem angeführten Aufsatz, so begründet LEHMANN im Anhang seiner Bearbeitung von MÜLLER's Grundriss der Physik (14. Aufl. 1896, S. 788) das Festhalten am terrestrischen System wesentlich damit, dass trotz aller sonstigen „Vorzüge die CGS-Einheiten für den praktischen Gebrauch nicht geeignet sind, so dass Ingenieure und Maschinenbauer ihre Angabe noch immer in Kilogrammen, Kilogrammetern machen“. Diese Begründung kann nur insoweit trifftig sein, als die Schule mit den Bedürfnissen der Technik als solcher mehr oder minder mittelbar in Fühlung kommt. Das wird z. B. beim Gymnasium nur sehr mittel-

¹⁾ Beide Forderungen sind wiederholt und eindringlich von Ed. Maifs gestellt und begründet worden; so namentlich: Physikalische Aufgaben und ihre Verwertung im Unterrichte. Vortrag auf der 66. Naturforscherversammlung in Wien 1894. Zeitschrift f. d. Real Schulwesen v. Dr. J. Kolbe, Hölders Verlag Jahrg. XX; Aufgaben über Elektrizität und Magnetismus. Wien, Pichler, 1893, Vorrede; Aufgaben über Wärme. Wien, Pichler, 1898, Vorrede.

bar oder gar nicht der Fall sein. Aber auch, wo es der Fall ist, wird sich, solange der Unterricht die erste theoretische Orientierung über die Grundbegriffe und Grundgesetze zu geben hat, sogar ein praktisch minder handsames Begriffs system als das für die Zwecke der Schule aufklärendere erweisen und bewähren, falls es den Vorzug innerer logischer Durchsichtigkeit vor irgend einem technischen System für sich hat; und diesen theoretischen Vorzug wird man dem absoluten System nicht absprechen können. Ich glaube, dass so ziemlich jeder Lehrer, der es, wahrscheinlich nach einem Zögern, gewagt hat, sich der Begriffe und Namen Dyn und Erg zu bedienen, sehr bald diesen Sprach- und Begriffsgebrauch als eine positive Erleichterung gegenüber der früheren Ausdrucksweise empfunden hat; und die Schüler, die jenes Frühjahr überhaupt nicht kennen gelernt hatten, dürften ihn wenigstens insofern in seiner Stellungnahme für diese neuen Einheiten bestärkt haben, als ihnen ihre richtige Verwendung keine merklichen Schwierigkeiten bereitete. Ich bringe dabei den zwischen dem absoluten und dem terrestrischen System sachlich entscheidenden Grund, dass das Gramm als Masseneinheit eine unveränderliche, als Druckeinheit eine veränderliche Grösse ist, hier nicht erst noch einmal zur Sprache. Jedenfalls macht auch auf die Schüler eine wenigstens begrifflich unveränderliche Einheit einen besseren Eindruck als eine, wenn auch nur in der dritten Dezimale prinzipiell veränderliche.

3. Es sei übrigens nicht geleugnet, dass im Unterricht je nach der Verschiedenheit der Kapitel mehr oder weniger häufig sich der Wunsch einstellen mag, es möchte doch nach wie vor erlaubt sein, auch einmal der Kürze halber einen Druck, speziell ein Gewicht in Gramm und Kilogramm zu messen. So ist es z. B. in der Aëromechanik gewiss bequem zu sagen, eine Atmosphäre sei ein Druck von 1033 kg oder rund 1 kg per cm^2 ; gewiss bequemer als zu sagen $1033 \times 981 \text{ dyn cm}^{-2}$ oder $\text{cm}^{-1} \text{ sec}^{-2} \text{ gr}$. — Ich wage hier — mit aller Zurückhaltung, welche gerade in Sachen von Terminologieen und Bezeichnungen geboten ist — die Anregung, ob man nicht, falls als Regel und Norm das CSG-System festgehalten und z. B. die ganze Geomechanik hindurch eingeübt worden ist, nun in der Hydro- und Aëromechanik aber von Gramm und Kilogramm doch im Sinne des terrestrischen Systems geredet werden soll, die ausnahmsweise Bezeichnung g und fg zum Unterschied von der sonst gewöhnlichen g und kg (oder wie ich unter 7 für die Schule vorschlagen werde: gr und kgr) gebraucht werden könnte. Gerade die auffälligen Zeichen könnten dabei den Schüler jeden Augenblick erinnern, dass er, um zum regelmässigen, nämlich dem absoluten System zurückzukehren, die Maßzahlen mit der Zahl 981 zu multiplizieren habe. Eine solche Mahnung ist etwas ganz anderes, als alle Formeln mit dem immer wiederkehrenden Faktor g zu belasten, wo doch dieser Faktor nur eine rechnerische, nicht seine ursprüngliche, physikalische Rolle zu spielen hat, da es sich hier eben nicht um Beschleunigungen, sondern um statische Vorgänge handelt.

Eben dieser Unterschied des Kinetischen und Statischen macht sich allerdings auch schon in der Geomechanik geltend. Und vielleicht wird sich die Stellungnahme für oder wider das terrestrische System bei verschiedenen Lehrern und Lehrbuchverfassern überhaupt ganz wesentlich darnach richten, ob sie die Mechanik mit der Statik oder mit der „Dynamik“, letzteres Wort im älteren Sinn genommen, zu beginnen pflegen. LEHMANN z. B. hat auch in seiner neuen Bearbeitung von MÜLLERS Grundris als „Erstes Buch die Statik oder die Gesetze des Gleichgewichts“ und als „Erstes Kapitel die Geostatik oder die Lehre vom Gleichgewicht fester Körper“ angesetzt. Sogleich § 1 führt den „Begriff der Kraft“ ein. Dieses Vorgehen hat die Geschichte der Mechanik für sich. Aber selbst ein so entschiedener Vertreter des historischen Prinzips wie MACH hat bei diesem Beispiel im grossen die geschichtliche Folge seinem Lehrbuch nicht zugrunde gelegt. Wie ich glaube, völlig mit Recht. Einen den wissenschaftlichen Überzeugungen der gegenwärtigen Physik Ausdruck gebenden Begriff der mechanischen Kraft können wir nicht ohne den Begriff der Beschleunigung formulieren. Wir können nicht mehr zurück von der Überzeugung, dass sachliche Gründe es gebieten, das Gleichgewicht als einen Grenzfall der Beschleunigungswirkungen, die Statik als einen Grenzfall der Kinetik aufzufassen. Ich vermute also — und es bleibt ganz abzuwarten,

ob die nächsten Jahrzehnte wissenschaftlicher und didaktischer Entwicklung unseres Faches dieser Vermutung recht geben —, daß das Ausgehen von der Bewegungslehre (u. zw. ein ausreichendes Stück Phoronie vor der Dynamik im engeren Sinn und der Energetik) auch in unsere Schulen unaufhaltsam eindringen werde und mit ihnen das absolute Maß der Massen und Kräfte. Das terrestrische Maß mag dann (wie ich es oben für die Hydro- und Aëromechanik anzeigte) auch schon in der Geomechanik, speziell in der Lehre von den Maschinen, als historische Reminiszenz sein wissenschaftliches Recht behalten und seine didaktisch vielleicht sogar sehr lehrreiche Rolle weiter spielen. Wie die Statik aus den ersten praktischen Bedürfnissen nach mechanischem Wissen hervorgegangen ist (MACH, Geschichte der Mechanik, Einleitung), so wäre hiermit auch noch zur gegenwärtigen Technik hinreichende Fühlung für die Schule hergestellt.

4. Viel weniger prinzipiell, aber für das tägliche Schulleben, wie gesagt, doch nicht zu umgehen, sind die folgenden weiteren Fragen, welche ganz die Namen und Zeichen als solche betreffen. Ich gedachte der handsamen Benennungen Dyn und Erg. Wir haben ähnlich handsame im Volt, Coulomb u. s. w.; sonderbarerweise aber keine für die nach den Grundeinheiten cm und sec zuerst auftretenden, die Geschwindigkeitseinheit und Beschleunigungseinheit. Hier pflegen als „Benennungen“ zugleich die Zeichen cm sec^{-1} und cm sec^{-2} den Schülern mitgeteilt zu werden. Ich komme unter 5 auf einige Schwierigkeiten zurück, welche diesen Dimensions-Bezeichnungen überhaupt im Unterricht anhaften. Vor allem aber sei hier darauf aufmerksam gemacht, daß es überhaupt drei ganz verschiedene Typen von Bezeichnungen weisen sind, für die je ein Beispiel die Zeichen Dyn, Volt, cm sec^{-1} sind.

(1) Dyn weist etymologisch auf den Inhalt des Begriffes Kraft (*δύναμις*) hin, für dessen quantitative Bestimmung das Dyn die Einheit ist.

(2) Volt enthält einen solchen Hinweis höchstens ganz mittelbar durch eine historische Reminiszenz daran, was die Erforschung elektrischer Potentiale den Versuchen VOLTAS zu danken hat; ebenso bei den übrigen „Klassikernamen“, wie wir die Coulomb, Watt, Farad u. s. f. kurz nennen wollen. Für den Elektrotechniker, der mit ebensolcher anschaulicher Sicherheit von den 1,8 Volt eines Chromelementes und den 100 Volt einer Lampenleitung spricht, wie der Kaufmann von Meter und Kilo, ist aber natürlich die historische Reminiszenz, wenn er sie je kannte, längst wieder ausgefallen. Der Name Volt ist also für ihn ein Wort ohne Etymon, so gut wie „Louisdor“ oder „Napoleon“ im Geldverkehr, oder wie die Worte „Meter“ und „Kilo“ für jeden Nichtphilologen.

(3) cm sec^{-1} ist zugleich die Angabe der Grundeinheiten und der „Dimension“ der Geschwindigkeit. Eine „Benennung“ stellt das Zeichen gleichwohl nicht dar — dies schon aus dem Grunde nicht, weil ja z. B. auch die Einheit des Widerstandes in elektromagnetischem Maß cm sec^{-1} ist.

Es wäre nun an sich gewiß wünschenswert, wenn für jede Einheit Bezeichnungen nach dem gleichen Bezeichnungsmodus beständen, wobei der Vorteil freilich zugleich durch die Überfülle der Bezeichnungsmittel wieder zum Teil aufgewogen würde. Thatsächlich steht es gegenwärtig mit den Zeichen so, daß für die weitaus kleinere Zahl etymologische Namen, für die weitaus größere, namentlich in der Elektrizitätslehre, Klassikernamen und neben diesen für alle physikalischen Größen, soweit sie bisher dem Dimensionskalkül unterworfen sind, Zeichen von der Form $\text{cm}^x \text{ sec}^y \text{ gr}^z$ vorhanden sind; freilich, was für ein Zeichen immer eine Hauptsache wäre, keineswegs alle gleich üblich und jedermann jederzeit geläufig.

Es ist klar, daß speziell im Unterricht — um uns wieder nur auf seine Bedürfnisse zu beschränken — die etymologischen Namen von der Art der Dyn, Erg u. dgl. die weitaus willkommensten wären, eben wegen des (für den Gymnasiasten gewöhnlich wohl nicht ganz ausfallenden) unmittelbaren Hinweises auf den durch sie bezeichneten Vorstellungsinhalt. Für die Geschwindigkeitseinheit führt LEHMANN (Müller's Grundriss S. 782) die Bezeichnung 1 Kin an; ich weiß nicht, inwieweit diese Bezeichnung sonst verbreitet ist. Schon für die Beschleunigungseinheit fehlt auch bei LEHMANN a. a. O. ein ähnlicher,

selbständiger Name; mir ist nicht bekannt, ob sonst schon ein Name analog „Kin“ für die Beschleunigungseinheit vorgeschlagen worden ist. Was die Bezeichnung „Kin“ selbst betrifft, so ist sie in sich wohl kaum sehr ausdrucks voll. Denn mit dem *zurück* hat es ebenso-wohl die Geschwindigkeit wie die Beschleunigung, kurz, die ganze Phoronome (wie ich lieber statt Kinematik sage) zu thun; wozu noch kommt, dass man bei Kin auch an die Kinetik (ein terminologisch gewiss auch nicht glücklicher, weil ganz willkürlicher Gegensatz zu Kinematik=Phoronome) denken könnte — also nicht bloß an Geschwindigkeit, sondern auch an alles, was mit mechanischen Kräften und mechanischen Energieen zusammenhängt.

Wieder mit aller Zurückhaltung, die solchen Vorschlägen ziemt, unterbreite ich folgende zwei Zeichen einer allfälligen Erwägung:

1 cel für die Geschwindigkeit des Punktes, der 1 cm in 1 sec zurücklegt;

1 accel für die Beschleunigung eines Punktes, dessen Geschwindigkeit um 1 cel per Sekunde wächst. (Es läge ein ganz sachliches Analogon zu dem Verhältnis des zweiten und ersten Differentialquotienten in dem Hinzutreten der Silbe *ac* zu *cel*.)

Wünscht man Klassikernamen für diese beiden Einheiten, so lägen Gal²⁾ und New nahe. Oder

für die Geschwindigkeitseinheit 1 Zeno, seinem „Achill und der Schildkröte“ zu Ehren, dessen Pointe ja ganz auf dem Gedanken der gleichförmigen Bewegung beruht; und dann

für die Beschleunigungseinheit 1 Gal.

5. Ehe ich zu einigen Bemerkungen über die dritte, heute eigentlich offizielle Bezeichnung mittels der Dimensionen übergehe, sei daran erinnert, dass natürlich die allereinfachste und wenigst anspruchsvolle Art der Bezeichnung die ist, wenn zu jeder Maßzahl explicite hinzugefügt wird: Geschwindigkeitseinheit, Beschleunigungseinheit, Krafteinheit, Arbeitseinheit u. s. f.; wobei zu ergänzen bliebe: im CSG-System, oder welches absolute oder technische System man sonst wählt. Insoweit entspricht dieses Hinzufügen der eingangs erwähnten Forderung, dass man den Schüler daran gewöhne, nie eine physikalische Maßzahl ohne Hinzufügung der Maßeinheit auszusprechen. Im Zusammenhang der schriftlichen Darstellung genügt es dann, statt der schwerfälligen Wörter Geschwindigkeitseinheit die Abkürzung GE zu schreiben, ebenso Beschleunigungseinheit BE u. s. f.; aber dies natürlich nur im Zusammenhange, wenn soeben von Geschwindigkeiten, Beschleunigungen die Rede war, denn sonst könnten die Buchstaben G, B u. s. f. nicht eindeutig genug an das jeweilige Gemeinte erinnern, und den drei oben unterschiedenen Typen (1) (2) (3) von Bezeichnungsmitteln sind eben deshalb diese kurzen Zeichen jedenfalls nicht als ein vierter Typus zuzuordnen.

Insoweit es im Unterricht und speziell beim Anschreiben von Übungsaufgaben gilt, nur die Grundeinheiten als solche im Gedächtnis zu behalten, genügt es z. B. neben der Maßzahl einer Geschwindigkeit in Klammern beizufügen: (cm, sec).³⁾ Die nämliche Klammer-

²⁾ GALILEI hat die gleichförmige Bewegung würdig gehalten, ihr den ersten (freilich bei weitem kürzesten) der drei Teile der Abhandlung „Über die örtliche Bewegung“ (*Discorsi* 3. Tag) zu widmen. — (*Ostwalds Klassiker* No. 24. S. 4—9) „Die gleichförmige Bewegung müssen wir allem zuvor beschreiben“. In einer Reihe von Definitionen, Axiomen und Theoremen wird in Form von Proportionen auseinandergesetzt, was uns heute mathematisch durch die Gleichung $s = c \cdot t$ erschöpfend gesagt zu sein scheint; ob freilich auch psychologisch, ist schon eine ganz andere Frage (vgl. die Bemerkungen von POSKE, ds. Ztschr. III 161, und hierzu einige Bemerkungen von mir VIII 125). — Ich wäre Kennern der Geschichte der Mechanik für Mitteilungen darüber dankbar, ob sich systematische Erörterungen über Geschwindigkeit, entsprechend der „Definition“ $c = s/t$ u. dgl., schon vor Galilei finden.

³⁾ Prof. Dr. Ed. Maifs bemerkt zu diesem Vorschlag: „Ich ziehe die Bezeichnung 1 a. G. E., 1 a. B. E., u. s. w., der Bezeichnung (cm, sec) aus folgenden Gründen vor:

Da von absoluten Maßsystemen nur mehr das CGS-System im Gebrauch ist (Dank den Bemühungen der Elektriker-Congresse 1881 und 1893), in der Schule also auch ein anderes gar nicht inbetracht kommt, soweit es die Einübung des Lehrstoffs betrifft, so deutet das a. (absolut) schon auf die Grundeinheiten hin. Diese bedürfen aber schon deshalb keiner beständigen ausdrücklichen Erinnerung, weil ja das metrische Maßsystem auch im arithmetischen und geometrischen Unterrichte

bezeichnung erstreckt sich auch auf Beschleunigungen. Statt der Bezeichnung Dyn wäre hiernach zu setzen (cm, sec, gr) und letzteres Zeichen, welches an alle drei Grundeinheiten erinnert, wäre dann auch den meisten physikalischen Rechnungen überhaupt beizusetzen; denn im ganzen ist es nur eine Ausnahme, wenn eine oder zwei der drei Einheiten auf das Resultat gar keinen Einfluß haben. Man könnte eben dies gegen das Anbringen solcher Notizen überhaupt anführen. Denn was sollen Zeichen, die Mehrerem zu bezeichnenden gemeinsam sind? Warum Geschwindigkeit und Beschleunigung durch (cm, sec) bezeichnen, wenn man die wohlunterschiedenen Zeichen cm sec^{-1} und cm sec^{-2} dafür haben kann und tatsächlich in der Wissenschaft ganz allgemein hat? — Demgegenüber erinnere ich daran, dass ich diese Zeichen (cm, sec), (cm, sec, gr) nicht an Stelle der Dimensionsbezeichnungen empfehle, sondern, wie gesagt, nur als Notizen, welche den Anfänger an die Grundeinheiten erinnern

das einzig verwendete ist und hier stets die Ableitung des Gramm aus dem Centimeter vorgenommen wird, wodurch diese beiden Einheiten eine gewisse Auszeichnung geniesen, an die der Name CGS-System sofort bei Einführung dieses absoluten Systems in der Physik erinnert. Dass die Sekunde den genannten beiden Einheiten sich anschließt, haftet deshalb sogleich im Gedächtnisse des Schülers, weil in den Anfangsgründen des physikalischen Messens (freier Fall, Bewegung auf der schiefen Ebene) tatsächlich sofort Sekundenschläge gezählt und mit Sekundenzahlen die Rechnungen durchgeführt werden; ferner deshalb, weil unvermeidlich der Name CGS-System öfters ausgesprochen wird, gleichgültig welchen Bezeichnungstypus man acceptiert hat.

Sind nun einmal die Grundeinheiten zweifellos gegenwärtig, dann ist wohl das Hauptbedürfnis für den Anfänger eine sichere Bezeichnung der Größenart, die in die Rechnung eingeht oder aus der Rechnung sich ergibt.

Soll z. B. die Capacität einer Franklinschen Tafel aus dem Flächenraum der Belegung, der Dicke des Dielektriums und der Dielektrizitätskonstante berechnet werden, so wäre nach HÖFLERS Vorschlag dem Resultate beizusetzen (cm). Wird das der Schüler sofort wissen können? Ich glaube nicht; und wie wird er sprechen? Wohl aber wird er sofort wissen, dass seine gefundene Zahl eine Anzahl absoluter elektrostatischer Capacitätseinheiten sein muss, so dass er sofort sprechen und schreiben kann: die Tafel besitzt eine Capacität von so und so viel a. st. C. Und nun tritt an ihn erst die Forderung heran zu sagen, was er unter 1 a. st. C. verstehe: die Capacität einer Kugel von 1 cm Halbmesser nämlich, so dass die Capacität der Tafel soviel a. st. C. enthält, wie der Radius einer Kugel von gleicher Capacität cm. Sachlich ist es, wie dieses Beispiel zeigt, nur sehr mittelbar begründet, dass hier sec und g keine Rolle spielen.

In gleicher Weise scheint es mir für den Schüler leichter und anregender, zu sprechen und zu schreiben, ein Leitungswiderstand betrage w a. m. W. (= absolute elektromagnetische Widerstandseinheiten) als zu schreiben — sprechen lässt sich das überhaupt nicht —: w (cm, sec). Setzt doch einerseits letztere Schreibweise die sofortige Orientierung über die dermalen sachlich noch nicht begreifliche Unabhängigkeit des Widerstandes von der Masse des Leiters voraus, und fordert andererseits die Notierung der für den Schüler aus den eingangs erwähnten Gründen ganz selbstverständlichen Einheiten cm, sec zu gar keiner weiteren, gewiss nicht zu einer präzisen Fragestellung auf. Die Bezeichnung a. m. W. dagegen zwingt sofort zur Definition dieser Einheit, bezw. zur Wiederholung der ganzen in diesem Falle ziemlich langen Schlussreihe, die zur verlangten Definition führt.

Die Zweckmäßigkeit der von mir empfohlenen Bezeichnung — dieselbe ist übrigens schon bei R. WEBER zu finden — ergiebt sich aber besser als durch Überlegungen beim Examinieren in der Schule, sobald das Examen, wie ja auch HÖFLER befürwortet, an der Hand concreter Beispiele vorgenommen wird.

Ob die Bezeichnungsweise einen eigenen Typus zu bilden die notwendige Eignung besitzt oder nicht, kann im praktischen Unterrichte nicht inbetracht kommen. Dass man sie auf den höchsten Stufen des Unterrichtes immer weniger verwenden und dafür Dimensionsbezeichnungen immer mehr einführen wird, ist selbstverständlich, da die Wissenschaft nur der letzteren sich bedient.

Ich glaube, dass durch die empfohlene Bezeichnungsweise der Einführung der Dimensionsbezeichnungen vorzuarbeiten ist, und dass die Schüler, insofern die Dimensionsbezeichnungen nur in einfachen Fällen verlangt u. zw. nur als Übungsstoff verlangt werden können, da eine leichtere Bezeichnung ohne sie möglich ist, entlastet werden, ohne dass man das eingeführte absolute Maßsystem im Unterrichte zum Zwecke einer Entlastung übergehen müfste.“

sollen. Es wird genug Fälle geben, in welchen eine solche Erinnerung unbedingt Bedürfnis ist, auch wenn man den Schüler nicht in die Geheimnisse des Dimensionskalküls einweihen kann oder will. Lässt man z. B. den Schüler die Beschleunigung des Mondes gegen die Erde hin aus den zunächst geläufigen Angaben des Abstandes in Erdradien und der Umlaufszeit in Tagen berechnen und sie vergleichen mit der Schwerebeschleunigung an der Erdoberfläche nach cm und sec, so sind Rechenfehler geradezu unausbleiblich, wenn dem Schüler nicht während der ganzen Rechnung gegenwärtig bleibt, was von den ersten Größen noch in cm und sec umzurechnen ist. Diese Mahnung ist allerdings durch das Dimensionssymbol der Beschleunigung cm sec^{-2} ebenfalls ausreichend, aber auch mehr als ausreichend gegeben; denn die Beifügung des Exponenten -2 bloß zu diesem Zwecke ist nicht nötig, ausgenommen die Möglichkeit, daß der Schüler erst zum Schluss die Umrechnungszahlen einführen will. (Lehrreich wird es sein, gerade an dem so grundlegend wichtigen Beispiele der Mondbeschleunigung beide Möglichkeiten consequent durchführen zu lassen.)

6. Auf die Gefahr hin, zu ähnlichem Widerspruch zu reizen wie LEHMANN durch seine Bedenken gegen das CSG-System, versuche ich, zu einem Maßhalten in der Anwendung der Dimensionsbezeichnungen im Unterricht zu mahnen. Hier einige wenige Gründe dieser Mahnung.

Es ist gewiß nicht schwierig, seine Schüler von vornherein dazu anzuhalten, daß sie eine Geschwindigkeitseinheit nicht anders als durch cm sec^{-1} , eine Beschleunigungseinheit durch cm sec^{-2} bezeichnen. Ist dieses Prinzip der Dimensionsbezeichnung einmal aufgestellt, so wird man dann nicht unterlassen, darauf aufmerksam zu machen, daß das Dyn keine Grundeinheit, sondern $\text{cm sec}^{-2} \text{ gr}$ sei, man wird das Erg als $\text{cm}^2 \text{ ecs}^{-2} \text{ gr}$ schreiben lassen, man wird darauf aufmerksam machen, daß die Gravitationskonstante entsprechend den Gleichungen $f = z M m/r^2$ und $f = m w$, also $\text{gr cm sec}^{-2} = z \cdot \text{gr}^2 \text{ cm}^{-2}$ den Wert $z = 0,0000068 \text{ cm}^3 \text{ sec}^{-2} \text{ gr}^{-1}$ habe; ähnlich die Einheit der elektrischen Menge gemäß der Gleichung $f = e_1 e_2/r^2$ die Dimension $\text{cm}^{3/2} \text{ sec}^{-1} \text{ gr}^{1/2}$. Während sich aber so die Dimensionsbezeichnungen nach einem immer wiederkehrenden Gedankengange ganz leicht und consequent aus den Definitionsgleichungen ergeben, mag sich doch ganz unmerklich der Schatz wohldefinierter Einheiten als ein allgemach etwas unbequemer bemerklich machen. Von Fachgenossen, welche sich als unbedingte Anhänger des CSG-Systems und der Dimensionsbezeichnungen bekannt hatten, habe ich auf die Anfrage, wie sie es mit den Exponenten der Dimensionen halten, unter mehr oder weniger Einschränkungen vernommen, daß sie diese „natürlich nicht auswendig lernen lassen“. Ich fragte weiter, ob, wenn eine solche Einheit z. B. der elektrostatischen Menge, angeschrieben werden soll, jedesmal die Entwicklung von neuem vorgenommen werde, falls sie nicht zufällig infolge recht ausgiebiger Übung doch im Gedächtnis haften geblieben sei. Es wurde mir zum Teil bejaht, zum Teil verneint. Alles in allem empfinde ich aber den Eindruck, daß, wenn das Memorieren oder auch nur das jeweilige Entwickeln der vollständigen Dimensionsbezeichnungen für jede der im Unterricht vorkommenden Arten von Einheiten verlangt würde, allerdings der Vorwurf LEHMANNS nahe liege, daß es „einen sehr großen Teil ihrer Arbeitskraft und Zeit in Anspruch nimmt, der weit nützlicher verwertet werden könnte“.

Zwischen Allem und Nichts dürfte es aber auch in Sachen der Dimensionsbezeichnungen im Unterricht eine rechte Mitte geben. Gewifs soll der Schüler diese Art der Bezeichnung überhaupt kennen oder verstehen lernen, und er soll einige der einfachsten, wie die für Geschwindigkeit und Beschleunigung, sich auch einprägen und gewandt anwenden. Später, bei Einführung des Dyn, wäre zu erinnern, daß dies trotz der einfachen Bezeichnung im CSG-System keine Grundeinheit ist, sondern wegen $p = mg$ die Dimension $\text{cm sec}^{-2} \text{ gr}$ besitzt. Desgleichen wird in der Elektrizitätslehre mehrmals von den Dimensionssymbolen Anwendung zu machen sein, so bei der Definition der elektrostatischen Mengeneinheit, welche als ein charakteristisches Beispiel für den Grund des Auftretens gebrochener Dimensionsexponenten zu erörtern sein wird. — Für die meisten anderen Zwecke aber dürfte, wie oben

begründet worden, die Notiz (cm, sec) oder (cm, sec, gr) ausreichen, also die Grundeinheiten ohne die Dimensionsexponenten.

Auf alle Fälle aber sollte, wenn der Ausdruck „physikalische Dimension“ eingeführt wird, nicht unterlassen werden, darauf hinzuweisen, dass und inwiefern auch schon bei geometrischen Massgrössen wie a^2 und a^3 für Quadratfläche und Würfervolumen die Exponenten als Dimensionszahlen gelten; es führt dies zurück auf eine Erörterung darüber, warum wir überhaupt der Linie und Fläche (auch der krummen) 1 und 2, dem Körper und dem Raume überhaupt 3 „Dimensionen“ zuschreiben.

Es sei übrigens hier kurz erinnert, dass die Art, wie gegenwärtig von physikalischen Dimensionen geredet wird, nicht un wesentlich abweicht von der ursprünglichen FOURIERSchen Ausdrucksweise. FOURIER⁴⁾ sagt z. B.: die Geschwindigkeit ist nach der Länge von der Dimension + 1, nach der Zeit von der Dimension — 1. Heute sagt man: die Dimension der Geschwindigkeit ist LT^{-1} , sie ist $cm\sec^{-1}$. Offenbar steht die letztere Ausdrucksweise der ursprünglichen geometrischen, nach welcher die Fläche 2, der Raum 3 Dimensionen hat, noch um einen oder einige Schritte ferner als die FOURIERSche (— man pflegt auch nicht zu sagen, dass die Fläche nach der Länge von der Dimension 2 sei). — Die gesetzlichen und überaus bequemen Bezeichnungen cm^2 , cm^3 haben uns gegen die Unmöglichkeit, an den Einheiten selbst Potenzierungen auszuführen, noch unempfindlicher gemacht, als es Manche ohnehin sind (man vgl. z. B. in HOFFMANNS Zeitschrift die immer wieder sich erneuernden Versuche, das Quadrat selbst aus der Multiplikation der Seiten selbst hervorgehen zu lassen).

7. Schliesslich habe ich noch zwei Eigenmächtigkeiten zu entschuldigen, welche ich mir im vorstehenden oftmals erlaubt habe. Die eine betrifft die Abkürzung gr für Gramm. Vorgeschrieben ist bekanntlich die Abkürzung g. Es liegt mir ferne, das geringste gegen die strenge Einheitlichkeit offizieller Bezeichnungen für Masse, Gewichte, Münzen u. s. w. zu sagen. Ich halte es z. B. nicht für überflüssig, ausdrücklich festzusetzen, dass der Bezeichnung M kein Punkt beizusetzen ist u. dgl. Die Frage ist also nicht, ob der — ohnedies aussichtslose — Vorschlag aus Schulkreisen an die Behörden zu richten sei, es möchten statt der Bezeichnungen g, dkg, kg die anderen gr, dkgr, kgr verwendet werden; sondern ich möchte nur wieder auf eine Unbequemlichkeit, nämlich eine sehr naheliegende Verwechslung hinweisen, welche sich für den Anfänger ergiebt, wenn er den Buchstaben g bald für Gramm, bald für Beschleunigung verwenden soll. Die Verwechslung liegt um so näher, als in allen Formeln und Erörterungen, welche mit der Gleichung $p = mg$ zusammenhängen, derselbe Buchstabe für die beiden Bedeutungen fortwährend ganz in einem und demselben Zusammenhang benötigt werden. Z. B. 1 g erhält infolge der Schwere g BE, aber auch mg erhalten g BE. Dabei üben diese mg auf die Unterlage einen Druck von mg Dyn u. s. f. Dazu kommt, dass auch für das Milligramm die Bezeichnung mg besteht. Es käme auf eine Probe, eine Statistik an, wieviele Schüler über einen Satz wie den folgenden ohne Anstoß und ohne Missverständnis hinwegkommen: „Eine Kraft wird gemessen durch mg Dyn; ein Dyn ist gleich dem Schweredruck eines mg.“ Natürlich sind die aus dieser Doppeldeutigkeit der Zeichen mg sich ergebenden Schwierigkeiten keine ernstlichen für denjenigen, der einmal die Sache selbst innehat. Aber der Anfänger als solcher hat sie eben noch nicht inne, und während sonst consequent gewählte Zeichen das Eindringen in die Sache in der Regel immer bis zu gewissem Masse erleichtern, müssen inconsequente es in bedeutend stärkerem Masse erschweren. Auskunftsmittel sind hier, die Masszahlen *cursiv*, die Massseinheiten *antiqua* zu drucken oder umgekehrt⁵⁾. Das nächstliegende Mittel aber, welches allen diesen Schwierigkeiten mit einem Schlagt, d. h. durch einen Buchstaben abhelfen lässt, ist die Abkürzung, für Gramm nicht g, sondern gr zu schreiben. Und zwar genügt es, sich dieser Krücke nur solange zu bedienen, bis das Eindringen in die Sache erreicht ist. Es können zu diesem Behufe die Schüler in der

⁴⁾ Theorie der Wärme 1876, deutsch von Weinstein (Springer 1884) S. 97.

⁵⁾ Anm. des Herausgebers. In dieser Zeitschrift werden fortan die *Masszahlen cursiv*, die *Massseinheiten antiqua* gedruckt werden.

ersten Physikstunde, in welcher der Begriff des Gramm und die Gleichung $p = mg$ vorkommen, daran erinnert werden, dass staatlich das Zeichen g , nicht gr vorgeschrieben sei, und sie können aufgefordert werden, sich sobald als möglich, auch wenn statt gr wieder g geschrieben wird, vor Verwechslungen mit dem $g = 981 \text{ cm sec}^{-2}$ zu hüten. Aber ganz, glaube ich, sollte man auf die Krücke nicht verzichten, falls es sich zeigt, dass ohne ihre Benutzung die Schüler vielleicht wirklich mehr oder weniger lange überhaupt nicht zur sachlichen Klarheit gelangen. Wenn sich die Schule aus ihren Bedürfnissen heraus vorübergehend diese Modifikation der staatlich vorgeschriebenen Bezeichnung erlaubt, so mag noch zu weiterer Rechtfertigung dienen, dass die staatlichen Bezeichnungen eben für Kaufleute im weitesten Sinne des Wortes vorgeschrieben sind, in deren Interessenkreis gewiss nicht neben das g im Sinn von Gramm auch noch irgend ein anderes g , z. B. die Schwerebeschleunigung fällt, so dass für die offizielle Bezeichnung in der That die Ersparnis des r ganz zweckmäßig war. Übrigens findet sich z. B. das Zeichen gr gelegentlich auch bei MACH (z. B. *Naturlehre für die oberen Classen* § 379, wo die Gravitationskonstante so geschrieben ist: $x = 0,000\,000\,68 \text{ gr}^{-1} \text{ cm}^3 \text{ sec}^{-2}$. Wo der Begriff des Gramm zuerst eingeführt wird, wird als Zeichen g angegeben, a. a. O. § 50).

Ähnliche Bedenken wie unter den geschilderten Umständen gegen die kurze Bezeichnung g statt gr sprechen auch gegen die gelegentlich anzutreffende c statt cm und s statt sec , denn auch c und s sind Formelbuchstaben für Geschwindigkeit und Weg und kommen also gerade in denjenigen Capiteln zu Beginn der Mechanik am häufigsten vor, wo auch die Einheiten Centimeter und Sekunde immer mitzuführen sind. Diese Verwechslung liegt dagegen nicht vor, wenn, um vom Centimeter-Sekunden-Grammsystem zu sprechen, die großen Anfangsbuchstaben CSG gebraucht werden.

Ich möchte hier auch nebenbei bemerken, dass die Formulierung der Definitionen, welche LEHMANN (im Anhang zu Müllers Grundrifs, S. 781—789) in übrigens sehr dankenswerter Weise zusammenstellt, deshalb nicht die zweckmäßigste sein dürfte, weil jede dieser Definitionen genau das nämliche *genus proximum* hat oder doch zu haben scheint. LEHMANN formuliert nämlich so:

Eine Länge misst 1 CGS, wenn sie 1 cm beträgt.

Eine Masse beträgt 1 CGS, wenn sie 1 g wiegt [— nebenbei bemerkt, darf in dieser Definition nicht von „wiegt“ die Rede sein, weil ja hier das absolute Maßsystem dargestellt werden soll, wo die Masse nicht ein Gewicht ist].

Eine Zeit dauert 1 CGS, wenn sie eine Sekunde währt.

Eine Geschwindigkeit beträgt 1 CGS (1 Kin), wenn der in 1 CGS (1 Sekunde) zurückgelegte Weg 1 CGS (1 cm) beträgt, u. s. f.

LEHMANN hält dieses Immerwiederkehren des *genus proximum* 1 CGS ausdrücklich für einen Vorteil, da „man das Gedächtnis nicht mit einer Unzahl schwer zu merkender Definitionen zu belästigen braucht. Ja es ist sogar nicht einmal nötig, Bezeichnungen dieser Einheiten sich zu merken, denn sie haben alle den gemeinschaftlichen Namen CGS-Einheiten...“ Mir will vielmehr scheinen, dass gerade durch dieses Überallwiederkehren dieser Teil der Definition als überflüssig erwiesen ist. Es hätte ein für allemal heißen können: Im CGS-System ist die Längen-Einheit 1 cm, die Massen-Einheit 1 g, die Zeit-Einheit 1 sec, die Geschwindigkeits-Einheit diejenige Geschwindigkeit, mit der in 1 sec 1 cm zurückgelegt wird u. s. f. Auch der den Definitionen unmittelbar vorausgeschickte Satz „Besondere Namen besitzen die Einheiten nicht, sondern sie werden kurz CGS. d. h. Centimeter-Gramm-Sekunden-Einheiten genannt“ (S. 181), trifft nicht allgemein zu. Denn LEHMANN führt ja selbst die Namen 1 Kin, 1 Dyne, 1 Erg u. s. f. an (S. 182). —

8. Die andere Eigenmächtigkeit, die ich mir im vorstehenden erlaubt habe und welche ich hier noch ausdrücklich in Vorschlag bringe, besteht darin, statt vom „Centimeter-Gramm-Sekunden-System“ lieber vom „Centimeter-Sekunden-Gramm-System“ zu sprechen und demgemäß nicht CGS, sondern CSG zu schreiben. Der Grund hierfür ist diesmal wieder nicht bloß ein didaktischer, sondern ein ganz wesentlicher, ja tief in der Sache selbst begründeter. Ich meine das allgemein zugegebene logische Verhältnis der drei Disziplinen Geometrie,

Phoronomie, Dynamik, von welchen jede folgende sich auf die vorausgehende notwendig aufbaut, während die vorausgehenden von den nachfolgenden gänzlich unabhängig sind. Der Geometrie gehört das cm, der Phoronomie die sec, der Dynamik das Gramm an. Es ist also auch in jeder systematischen Entwicklung der Mechanik das die einzige natürliche Reihenfolge, in welcher die Einheiten nach einander eingeführt werden. Dieser Rücksicht gegenüber fällt die andere, dass CGS die alphabetische Reihenfolge ist, gewiss nicht in Betracht; und für die gelegentlich ebenfalls zu findende Reihenfolge GCS (z. B. bei HERWIG, Physikalische Begriffe und absolute Masse, 1880, S. 3 u. a.) spricht überhaupt nichts oder höchstens die herkömmliche Schreibung des Produktes mg statt gm . — Anders freilich, wenn man (wie oben unter 3. erörtert) mit der „Statik“ im alten Sinne beginnt und das „Gramm“ als Krafteinheit definiert; dann kommen in der That zuerst die Einheiten cm und gr (oder gr und cm) und erst mit der Phoronomie und Dynamik (letztere im alten oder neueren Sinn genommen) die sec vor.

Sollte die Erörterung über die von LEHMANN in Fluss gebrachte Frage, ob absolutes oder terrestrisches System im Unterricht in diesen Blättern fortgesetzt werden, so würde ich als ersten Diskussionspunkt die Stellungnahme zur Frage, welcher von den beiden Begriffen der Kraft und der Masse für ein natürliches System der Mechanik primär sei, in Vorschlag bringen. Es mag scheinen, dass, wer für das absolute System Stellung nimmt, hiermit auch sich für den Primat des Massenbegriffs vor dem Kraftbegriff entschieden habe. Es sei mir gestattet, für diesmal noch ohne Angabe von Gründen⁶⁾ zu constatieren, dass der einzige wirklich primäre Begriff der Dynamik, nämlich derjenige, welcher beim Übergang von der Phoronomie zur Dynamik als ein drittes phänomenales Datum neben den phoronomischen Begriffen Weg und Zeit eingeführt werden muss, die „mechanische Spannung“⁷⁾ sei. Ihr zunächst steht dann der (schon nicht mehr phänomenale) Begriff der Kraft und erst dieser kann der der Masse folgen. Es sei nicht verschwiegen, dass man vielleicht hieraus ein streng theoretisches, sogar erkenntnistheoretisches Argument gegen das absolute System schmieden könnte. Die Gründe für das absolute System lägen dann gerade nicht in der Theorie, sondern in der Praxis, nämlich der Aufbewahrbarkeit der „Masseneinheit“ (diese nun freilich wieder als ein „Körper“, nicht als eine „mechanische Eigenschaft“ verstanden) gegenüber der Nichtaufbewahrbarkeit der Kraft- und Spannungseinheit.

⁶⁾ Eine wirklich auf den Grund gehende Erörterung würde z. B. dem Problem einer psychologisch-logischen Analyse des Massen-Begriffes nicht aus dem Wege gehen können. Darüber freilich sind wohl Alle einig, dass die Newtonsche Definition: „Masse = Quantität der Materie“ nicht ausreicht, sondern dass zum mindesten hinzugefügt werden muss, wonach die Quantität ihrerseits wieder bestimmt werden soll, ob nach dem Volumen, der chemischen Energie oder wie es ebenfalls der Sache (wenn auch vielleicht dem Worte nach) nicht zu umgehen ist, nach der Grösse der „Beharrung“. Aber mit der Forderung, man müsse „Masse“ nicht als „Substanz“, sondern als Eigenschaft der Körper fassen, haben wenigstens alle jene noch nicht Ernst gemacht, welche „zwei Massen“ einander anziehen, auf einander stossen lassen u. dgl. mehr. Auch wenn in Richmanns Regel $u = \frac{m_1 u_1 + m_2 u_2}{m_1 + m_2}$

die Mengen der gemischten Stoffe kurzweg als deren „Masse“ ausgesprochen und geschrieben werden, versteht es sich nicht von selbst, wie die „mechanische Masse“ ohneweiters zugleich zur Rolle einer „thermischen Masse“ komme. — Auch über diese Vorfragen ein anderes Mal mehr.

⁷⁾ Einiges hierüber in meiner Abhandlung „Psychische Arbeit“. Ztschr. f. Psychologie von Ebbinghaus, VIII. Bd. In Sonderausgabe bei Voss, Hamburg 1894 (128 S.). — Es war mir insbesondere wertvoll, mich dort auf MAX PLANCK berufen zu können, der in seinem Energie-Buch (S. 149—152) entschieden für die Drei-, nicht Zweihheit der mechanischen Grundphänomene eintritt, nämlich außer Weg und Zeit noch die „Empfindungen des Muskelsinnes“ oder „Druckempfindungen“ für die vollständige Beschreibung mechanischer Erscheinungen verlangt.

Physikalische Aufgaben.

1. Welche Ausdehnung muß ein ebener Spiegel haben, wenn ein zwischen ihm und einem Gegenstande befindliches Auge den Gegenstand vollständig sehen soll?

Antwort: a) Bei paralleler Stellung von Gegenstand und Spiegel. Befindet sich vor dem vertikal stehenden Spiegel mn (Fig. 1) der aufrechtstehende Gegenstand AB , so kann ein im

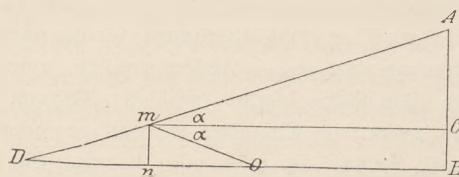


Fig. 1.

Punkte O befindliches Auge den Gegenstand im Spiegel vollständig sehen, wenn der Grenzstrahl Am nach seiner Reflexion noch in das Auge gelangt.

Setzt man die Gegenstandsgröße $AB = L$, die Spiegelgröße $mn = l$, die Entfernung des Gegenstandes vom Spiegel $Bn = D$ und die Entfernung des Auges vom Spiegel $On = d$, so ergibt sich aus der Ähnlichkeit der Dreiecke ACm und mno :

$$l:d = (L-l):D \text{ und daraus } l = \frac{d}{D+d} L.$$

Die Diskussion dieser Gleichung liefert z. B. für $d=D$ $l=\frac{L}{2}$, für $d=\frac{D}{2}$ $l=\frac{L}{3}$ u. s. w.

Soll bei gegebener Gegenstandsgröße und fixem Augpunkte die Spiegelgröße durch Konstruktion gefunden werden, so braucht man nur $Dn=On$ zu machen, den Punkt D mit A zu verbinden, wodurch der Schnittpunkt m erhalten wird.

b) Bei geneigter Stellung des Gegenstandes zum Spiegel. Befindet sich das Auge in der zur Spiegelfläche XY senkrechten Geraden CC' im Punkte O und ist AB der Gegenstand,

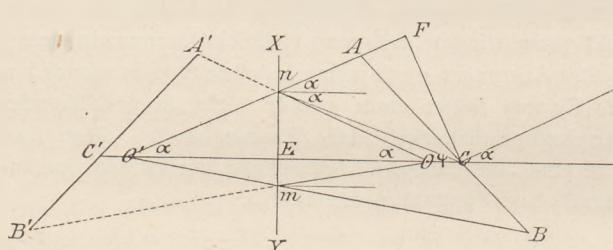


Fig. 2.

so ist, wie leicht ersichtlich, zum vollständigen Sehen des Bildes $A'B'$ die Spiegelgröße MN erforderlich. (Zur Ausführung der Konstruktion wurde $EO'=EO$ gemacht.)

Um die Rechnung zu vereinfachen, betrachtet man den oberhalb oder unterhalb der Geraden CC' befindlichen Teil des Gegen-

standes gesondert, dann ist EN der Spiegel für AC und EM der Spiegel für BC .

Bezeichnet man die Gegenstandsgröße AC mit L , die dazugehörige Spiegelgröße mit l , die Entfernung des Punktes C vom Spiegel mit D , den Abstand des Auges vom Spiegel mit d und den Neigungswinkel des Gegenstandes gegen die Gerade CC' mit φ , so ergibt sich aus dem Dreiecke ACE : $L:(D+d)=\sin \alpha : \sin (\alpha + \varphi)$ oder

$$L = \frac{(D+d) \sin \alpha}{\sin (\alpha + \varphi)} \quad \dots \dots \dots \quad 1)$$

Aus dem Dreiecke OEN ist $\tan \alpha = \frac{l}{d}$, demnach

$$\sin \alpha = \frac{l}{\sqrt{d^2 + l^2}} \text{ und } \cos \alpha = \frac{d}{\sqrt{d^2 + l^2}}$$

Setzt man diese Werte in die Gleichung 1, so erhält man nach der Reduktion:

$$L = \frac{l(D+d)}{d \sin \varphi + l \cos \varphi} \quad \dots \dots \dots \quad 2)$$

und nach l aufgelöst

$$l = \frac{L d \sin \varphi}{D + d - L \cos \varphi} \quad \dots \dots \dots \quad 3)$$

Aus der Diskussion dieser Gleichungen ersieht man den Zusammenhang der darin vorkommenden Größen. Insbesondere ergeben sich spezielle Fälle durch Veränderung des Winkels φ :

Steht der Gegenstand zur Spiegelfläche parallel, dann ist $\varphi = R$ und

$$L_1 = l(D + d)/d.$$

Wird bei dieser Lage des Gegenstandes die Augdistanz abgeändert, so ergeben sich für $d = D$, $d = D/2$, $d = D/3$, u. s. w. für l der Reihe nach die Werte $L/2$, $L/3$, $L/4$, u. s. w.

Den kleinsten Wert für L erhält man aus Gleichung 1, wenn für φ der Winkel $R - \alpha$ gesetzt wird. Es ist dann:

$$L_2 = (D + d) \sin \alpha = CF,$$

wobei CF senkrecht auf dem Randstrahl NF steht.

Setzt man in der Gleichung 1 für φ den Winkel $2R - \alpha$, so hat der Gegenstand eine zum Randstrahl NF parallele Lage CZ , es wird dann:

$$L_3 = \infty$$

Setzt man für $\varphi = 2R$, so ergibt sich aus Gleichung 3 $l = 0$ und aus Gleichung 2

$$L_4 = \% \text{ oder unbestimmt.}$$

Dreht man endlich den Gegenstand BC um C in der Richtung gegen den Spiegel, bis der Spiegel erreicht wird, so wird $\tan \varphi = l/D$. Setzt man die daraus abgeleiteten Werte sin $\varphi = l/\sqrt{l^2 + D^2}$ und $\cos \varphi = D/\sqrt{l^2 + D^2}$ in Gleichung 2 so erhält man nach der Reduktion: $L_5 = \sqrt{l^2 + D^2} = CN$, ein Wert, der auch aus der Zeichnung ersichtlich ist.

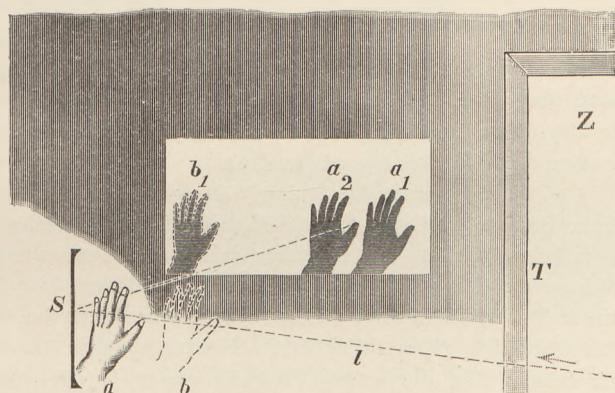
Julius Sonntag, Znaim.

Denkaufgaben.

2. Läßt man auf einen Wandspiegel S (s. Fig.), der an der Längsseite eines schmalen Zimmers oder eines engen Ganges aufgehängt ist (ein Toilettespiegel im Corridor zeigt günstige Bedingungen), bei Abend das grelle Licht einer nur mit dem Glascylinder bedeckten Lampe, die im gegenüberliegenden Zimmer (Z , mit der Thür T) in wenigen Metern Entfernung aufgestellt ist, fallen, so entsteht natürlich an der dunklen Gegenwand ein reflektierter heller Schein, der die Form des Spiegels genau wiedergibt. Hält man nun die Hand (a) ziemlich dicht vor den Spiegel, so erscheinen an der Wand zwei Schattenbilder nebeneinander ($a_1 a_2$). Bewegt man die Hand langsam gegen den reflektierten Schein hin, so bewegen sich beide Bilder, meist ungleich schnell; bei einer bestimmten Bewegung der Hand (b) kann man bewirken, dass je ein Bild (z. B. a_1) stehen bleibt, während das andere allmählich zur Seite rückt (b_1). Wie sind diese Erscheinungen zu erklären?

Antwort: Das eine ist das direkte, das andere das indirekte Schattenbild.

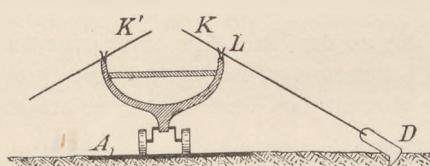
Legt man die Hand direkt auf die Spiegelfläche, so wird dadurch eine tote Stelle im Spiegel abgegrenzt, die nicht reflektieren kann; sie macht sich an der Gegenwand als dunkles Bild der Hand bemerkbar, das übrigens von einem schwachen Saum umgeben ist, wegen der Reflexion des Lichtes sowohl an der vorderen Glasfläche als auch an der eigentlichen Spiegelbelegung. Dieselbe tote Stelle (nur ein wenig vergrößert) entsteht, wenn man die Hand in der Richtung der Lichtquelle allmählich vom Spiegel entfernt: es entsteht also das direkte Schattenbild der Hand auf dem Spiegel, das in gleicher Weise an der Gegenwand, als Schattenbild a_2 , wahrnehmbar wird (vgl. z. B. den Strahl l). Indem man aber die Hand entfernt, trifft noch ein Teil der reflektierten Strahlen, welche das Wandfeld rechts von a_2 erhellen, die Hand von hinten, d. h. die dem Spiegel zugewandte Handfläche, — die Hand stellt sich als Hindernis in den Gang dieser Strahlen —: es entsteht, bei genügendem Entfernen der Hand von der Spiegeloberfläche, das indirekte Schattenbild a_1 an der Wand (auch als



direktes Schattenbild zu bezeichnen, sofern man den Spiegel als Lichtquelle auffasst). — Hier-nach ergiebt sich leicht, dass das Schattenbild a_1 stillstehen bleibt, wenn man die Hand gegen dasselbe hin bewegt, z. B. in die Lage b bringt, und dass das direkte Schattenbild wandert (nach b_1); ferner, dass beide Bilder wandern, wenn man die Hand weder genau in der Richtung der Lichtquelle noch in der Richtung des indirekten Schattenbildes vom Spiegel entfernt.

3. Bei der Durchnahme der verschiedenen Anwendungen des Hebels leuchtet der Satz „das Ruder ist ein einarmiger Hebel“ gewöhnlich nicht ohne weiteres ein, da fast jeder Schüler den Fehler begeht, den Drehpunkt dorthin zu verlegen, wo das Ruder am Boot aufliegt. Eine genaue Erörterung des Beispiels ist, gerade wegen des Paradoxen, immerhin lohnend und findet stets ein besonderes Interesse. Wie lässt sich nun der genannte Satz durch eine Übertragung der ganzen Bootbewegung auf eine feste Bahn leicht verdeutlichen?

Antwort: Man denke sich das Boot nach Art eines Skating-Schlittschuhs unten am Kiel mit kleinen Rollenpaaren ausgerüstet, so dass es sich bei Ruhe im stabilen Gleichgewicht befindet. Es stehe ferner auf einer glatten schmalen Bahn von Asphalt (A , s. Fig.), neben der sich zu beiden Seiten Sand ausbreitet. Schliesslich denke man sich die Ruder am Ende mit einer pflugähnlichen eisernen Schneide oder auch mit einer längeren, abwärtsgerichteten Spitze versehen. Setzt nun die im Boot befindliche Person die Ruder in Thätigkeit, so bildet sich an der Einsenkungsstelle der letzteren in den Sand, D , ein fester Drehpunkt (Ende des Hebels); der Angriffspunkt der Kraft, welche den in der Mitte befindlichen Widerstand



(bei L) zu überwinden, d. h. das Boot fortzuschieben hat, liegt am anderen Ende des Hebels (K): der typische einarmige Hebel ist fertig. Die Übertragung auf das Wasser bietet keine Schwierigkeiten mehr; man weise hier auf die Beobachtung hin, dass das Ruder im grossen und ganzen an derselben Stelle im

Wasser, wo man es einsenkte, wieder herausgehoben wird. — Als weitere Hilfsvorstellung ziehe man auch den Fall heran, dass sich das schwimmende Boot innerhalb eines schmalen, nur in der Mitte vertieften Canals bewege, so dass die ausgelegten Ruder auf den Ufersand stoßen und sich in demselben drehen.

Die Erörterung, dass im Wasser wegen der leichten Verschiebbarkeit der Teilchen kein stationärer Drehpunkt vorhanden ist, die Erscheinung der dadurch notwendig hervorgerufenen Wirbel (die besonders schön auftreten, wenn das Ruder ziemlich flach durch das Wasser streicht), die Zurückführung des Vorganges am Ruderende auf Gravitationswirkungen, unter Berücksichtigung der Sympiezometerversuche, — dies alles kann zweckmäßig auf der Oberstufe gelegentlich angeschlossen werden. Auch wird man hier auf den Unterschied hinweisen, den der ganze Vorgang gegenüber den gewöhnlichen Hebelwirkungen dadurch bietet, dass der Unterstützungspunkt nennenswert im Wasser fortrückt, — aber auch nachweisen, dass dieser Unterschied schliesslich nur graduell ist. Denn in Wirklichkeit findet auch bei anderen Hebelwirkungen eine gewisse Verschiebung des Drehpunktes statt. Wenn z. B. jemand eine auf dem Erdboden ruhende grössere Last mit einer eisernen Stange anhebt, indem er sich dieser als einarmigen Hebels bedient, so ist, wenn der Vorgang auf gewöhnlichem Erdreich stattfindet, der Drehpunkt am zeitlichen Ende der Hebung nicht mehr am ursprünglichen Orte, er war vielmehr während des ganzen Vorganges dauernd in Bewegung, — der Weg des Hebelendpunktes ist dabei um so grösser, je nachgiebiger das Medium ist. Selbst wenn ein grösserer Quaderstein als Unterlage dient, wird noch eine gewisse Verschiebung des Unterstützungspunktes stattfinden, deren Weggrösse abhängig ist von der Lagerung und der Elastizität des Steines.

Für die Vorstellung des Schülers wirkt es meist noch als Komplikation, dass die bewegende Kraft im Boot, innerhalb des fortbewegten Objektes, wirkt. Auch dieser Umstand kann eliminiert werden. Das soeben beschriebene auf dem Asphalt stehende Boot sei so schmal wie manche Wettruderboote, so dass ein Mann dasselbe zwischen den gespreizten Beinen hinwegschieben kann. Begiebt sich der vorgedachte Ruderer aus dem Boot heraus

(er mag dafür soviel Ballast hineinlegen, wie seinem Körpergewicht entspricht) und fasst die beiden ausgelegten, in den Sand eingesenkten Ruder, so wird er das Boot in derselben Weise fortbewegen können, als wenn er sich innerhalb des Bootes befindet, gleichviel ob er, das Gesicht nach der Spitze gewendet, beide Ruder vor sich herstößt oder, in gewendeter Stellung, genau wie der im Wasserboot thätige Ruderer, dieselben zu sich heranzieht. — Auch das freihändige Rudern, ausgeführt mit einem einzelnen, nicht aufliegenden Ruder am Ende des Bootes, läfst sich in ähnlicher Weise erläutern; hier bildet der eine mehr oder weniger steif gehaltene Arm mit dem Boot ein festes System.

O. Ohmann.

Kleine Mitteilungen.

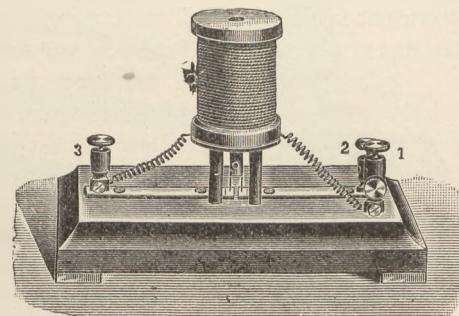
Apparat zur Demonstration des Extrastromes.

Von Dr. Geschöser in Oels.

Sendet man durch die Windungen einer Drahtspule einen elektrischen Strom, so wird in diesen in dem Augenblicke, in dem der Strom geschlossen wird, eine elektromotorische Kraft wachgerufen, die der elektromotorischen Kraft der Stromquelle entgegengesetzt gerichtet ist. Der Hauptstrom erreicht infolgedessen erst allmählich seine volle Stärke. Wird der Strom unterbrochen, so entsteht im Augenblick des Unterbrechens in den Windungen der Spule durch Selbstinduktion eine elektromotorische Kraft, die mit der elektromotorischen Kraft der Stromquelle gleich gerichtet ist. Diese durch die Selbstinduktion erzeugten Ströme werden nach Faraday als Extraströme bezeichnet. Zum Nachweis des Öffnungs-Extrastromes dient der nachfolgend beschriebene Apparat: In eine senkrecht befestigte Spule ragt ein Eisenkern hinein, der an seinem unteren Ende zwei Platinstifte trägt. Diese beiden Stifte stehen auf zwei Messingschienen, die in der Mitte durch einen Zwischenraum getrennt sind. An den beiden Schienen sind die Klemmen 2 und 3 befestigt. Die Drahtwickelung der Spule endet in den Klemmen 3 und 1, von denen die letztere von den Schienen isoliert ist. Verbindet man die Pole einer Tauchbatterie von 4 bis 6 Elementen mit den Klemmen 1 und 3, so springt der Eisenkern in die Spule hinein und wird darin, so lange als der Strom geschlossen ist, festgehalten. Verbindet man die Klemmen 1 und 2 mit den Polen der Batterie, so wird der Eisenkern in die Spule gezogen, dadurch der Strom unterbrochen, der Kern losgelassen, der Strom geschlossen u. s. f. Der Strom wird auf diese Weise durch den vibrierenden Eisencylinder rasch hintereinander geöffnet und geschlossen. An den Stellen, an denen die Platinstifte die Messingschienen berühren und an denen die Öffnungsfunkens auftreten, sind zwei Platinblättchen angelötet. Das plötzliche Anwachsen der elektromotorischen Kraft beim Öffnen des Stromes reicht aus, um an der Öffnungsstelle den sogenannten Öffnungsfunkens zu erzeugen. Schaltet man an die Klemmen 1 und 3 zwei Elektroden an, die man mit den Händen anfasst, so erhält man jedesmal beim Öffnen einen kräftigen Öffnungsschlag. Dafs diese physiologische Wirkung in der That eine Folge des Extrastromes ist, zeigt man dadurch, dass man die Elektroden an die Klemmen 1 und 2 anschliesst. In diesem Falle spürt man keinen Öffnungsschlag.

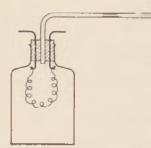
Die Extraströme werden noch durch den im Eisenkern auftretenden und verschwindenden Magnetismus verstärkt. Um das noch deutlicher zu machen, kann man einen zweiten kleinen Eisencylinder in den oberen Teil der Rolle einsenken. Sofort werden die Vibrationen des unteren Eisenkerns viel schneller, wie man schon am Tone hört, und die physiologische Wirkung wird kräftiger.

Der Apparat mit zwei Elektroden ist von Herrn Max Kohl in Chemnitz zum Preise von 20 M. zu beziehen.

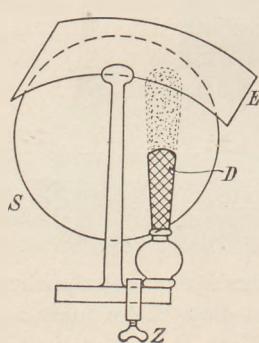


Für die Praxis.

Wärmeentwicklung durch den galvanischen Strom. Von Dr. Rudolphi in Oberstein a. d. Nahe. Um zu zeigen, dass ein in den Kreis eines schwachen Stroms eingeschalteter Draht erwärmt wird, kann man sich des nebenstehenden Apparates bedienen, den man sich sehr leicht selbst herstellen kann. Er ist dem bekannten Apparate zur Ableitung des Gesetzes von Joule nachgebildet. Der Hals einer Glasflasche wird mit einem Gummistopfen fest verschlossen, in welchem zwei dicke Kupferdrähte und eine oben rechtwinklig umgebogene Glasröhre stecken. Die in der Flasche befindlichen Enden der Kupferdrähte sind durch einen spiralförmig gewundenen dünnen Draht, am besten natürlich Platindraht, mit einander verbunden. In den horizontalen Schenkel der Glasröhre wird etwas gefärbtes Wasser gebracht. Wenn man dann einen Strom, der ziemlich schwach sein kann, durch den Platindraht leitet, so marschiert das gefärbte Wasser mit großer Geschwindigkeit nach dem offenen Ende des horizontalen Schenkels und zeigt dadurch die Erwärmung des Platindrahtes an (vgl. d. Ztschr. VI 86. — *Anm. d. Red.*).



Zur Behandlung der Influenzmaschine. Von W. Weiler in Esslingen. Eine Influenzmaschine kann bei jeder Witterung und in einem mit Personen gefüllten Saale durch Erwärmen in Thätigkeit gesetzt und erhalten werden. Diese Erwärmung geschieht entweder dadurch, dass man durch eine Blechröhre warme Luft zwischen die Scheiben strömen lässt oder dadurch, dass man ein Eisenblech unterhalb der Scheiben anbringt und dieses durch untergesetzte Weingeistlampen erwärmt, so dass die heiße Luft zwischen den Scheiben und um sie aufsteigt. Beide Arten schließen einen Unfall nicht aus, besonders wenn die Maschine Glasscheiben enthält, weil diese durch ungleichartige Erwärmung leicht springen; auch ist das Blech unterhalb der Scheiben nur schwierig anzubringen. Am sichersten wird man also



das Blech über den Scheiben der Maschine mittels Träger und Schraubenzwingen (Z) am Tischrand befestigen. Das Eisenblech E hat etwa 15 cm Breite, 1 mm Dicke und wird ungefähr nach dem Umfang der Scheiben gebogen, so dass es nicht ganz den halben Umfang derselben bedeckt. Seitwärts vor der stehenden Scheibe S lässt man an einem Drahtnetz D eine Weingeist- oder Gasflamme gegen das Blech aufsteigen; das Drahtnetz sichert ein ruhiges Aufsteigen der heißen Luft und verhindert ein Flackern der Flamme, so dass man sicher neben der Maschine arbeiten kann. Das Eisenblech erwärmt allmählich die Maschine von oben herab und wenn es 5 bis 10 cm über den Scheiben schwebt, so kann durch Erwärmen kaum ein Unfall eintreten.

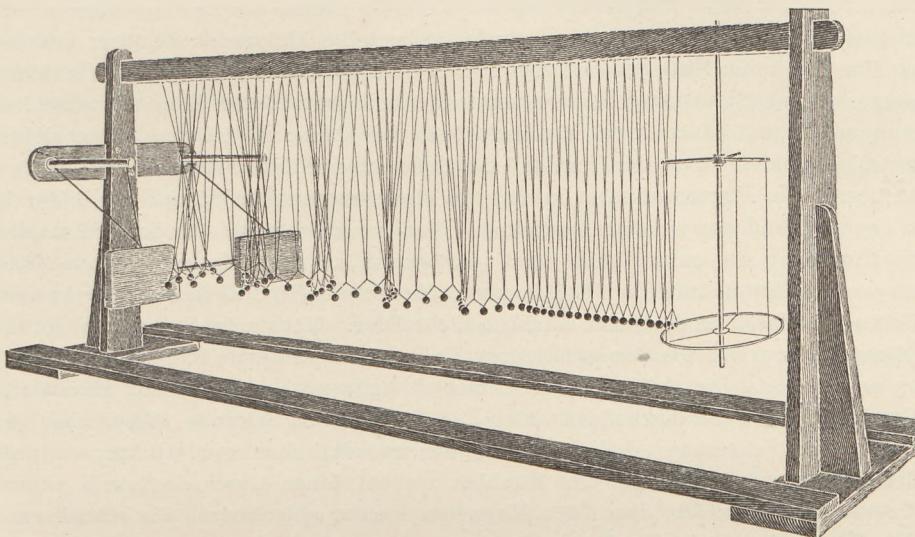
Es gelingt so, die X-Strahlen zu jeder Zeit mit der Influenzmaschine vorzuführen, ohne dass diese die Pole umkehrt.

Befestigung der Scheibe einer Elektrisiermaschine. Von W. Weiler in Esslingen. Die große schwere Glasscheibe einer Reibungselektrisiermaschine sicher auf der Achse zu befestigen, ist nicht gar leicht, weil man wegen der Sprödigkeit des Glases die Schraube nicht zu fest anziehen darf. Man kann zwar mit dickflüssigem Schellack einkitteln, der Kitt läuft aber um die Scheibe herum, trocknet sehr langsam auf dem nichteinschluckenden Glase und wird mit der Zeit brüchig. Sehr zuverlässig ist aber folgendes Verfahren. Man leimt mit gutem Tischlerleim weiches, dickes Leder mit der Haarseite auf die Holzbacken der Achse und bestreut nach halbtätigem Trocknen des Leimes die Fleischseiten der Lederscheiben dicht mit Kolophoniumpulver und zieht die Schraube mäfsig an. Das Kolophoniumpulver wirkt als guter Kitt, läuft sich leicht erneuern und die Maschine ist sogleich gebrauchsfertig.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Modell für Hertzsche Wellen. SILVANUS P. THOMPSON beschreibt in seinem schönen Buche *Light visible and invisible* (London, Macmillan and Co., 1897, S. 237, vgl. auch A. Slaby, *Funkentelegraphie*, S. 10) eine sehr instructive Wellenmaschine, die die Fortpflanzung einer Hertzschen Welle vom Erreger zum Empfänger mechanisch veranschaulicht. Den Erreger stellen zwei schwere Messingplatten dar, die an Fäden hängen und eine bestimmte Schwingungszeit haben. Der Empfänger, ein unterbrochener Messingring, hängt am anderen Ende des Apparates an drei Fäden. Beide können durch Verlängerung oder Verkürzung der Schnüre auf gleiche Schwingungszeiten abgestimmt werden. Zur Darstellung des dazwischen liegenden Mittels und zur Übertragung der Energie in Wellen dient eine Reihe mit einander verbundener Pendel, ein Verfahren, das in ähnlicher Weise schon 1877 Osborne Reynolds anwandte. Jedes Pendel besteht aus einer Bleikugel, die an einem V-förmigen Faden hängt;



die aufeinanderfolgenden Fäden überkreuzen sich so, dass keine Kugel schwingen kann, ohne dem nächsten Nachbar etwas von ihrer Bewegung mitzuteilen. Lässt man den zur Seite gezogenen Erreger los, so erzeugt er eine Querwelle, die sich längs der Kugelreihe langsam fortpflanzt, so dass man sie mit den Augen bequem verfolgen kann, nach einiger Zeit den Empfänger am andern Ende erreicht und ihn zum Mitschwingen veranlasst. *H.-M.*

Vorführung von stehenden Transversalwellen. In dem Vortrage, den Prof. A. SLABY am 1. November 1897 im Verein zur Beförderung des Gewerbeleises zu Berlin gehalten hat, wandte er (*Funkentelegraphie*, S. 8) folgendes Verfahren zum Nachweis von stehenden Querwellen an: Längs einer senkrechten Latte war ein Platindraht ausgespannt, dessen oberes Ende festgeklemmt und dessen unteres Ende an einer Zinke einer elektrisch erregten Stimmgabel befestigt war. Es entstanden stehende „Querwellen“, die er dadurch sichtbar machte, dass er einen starken elektrischen Strom durch den Draht sandte. Die Knotenpunkte erhitzten sich bis zur Rotglut; die stark bewegten und durch die Luft abgekühlten Bäuche blieben dunkel. *H.-M.*

2. Forschungen und Ergebnisse.

Kathodenstrahlen. Das Verhalten der Kathodenstrahlen zu einander untersuchte J. BERNSTEIN (*Wied. Ann.* 62, 415; 1897). Er stellte eine Röhre her, die an ihren Enden zwei Kathoden und in der Mitte eine Anode enthielt. Durch Glimmerspalte traten die Kathodenstrahlen so in die Röhre hinein, dass sie in einer Entfernung von etwa $1\frac{1}{2}$ cm an ein-

ander vorbeigingen. BERNSTEIN fand auch nicht die geringste Verschiebung der Strahlen gegen einander, so dass zwei entgegengesetzt gerichtete Kathodenstrahlen gar keine Wirkung auf einander auszuüben scheinen. Bei einer anderen Röhre, bei welcher die beiden Kathodenplatten neben einander in einer Querschnittsebene standen und durch zwei Spalten Strahlen nach entgegengesetzter Richtung warfen, war eine deutliche Ablenkung beider Strahlen nach außen wahrzunehmen. Es scheint daher, dass nicht die Strahlen selbst, sondern nur die Kathodenplatten auf einander einwirken. Bei einer dritten Röhre brachte BERNSTEIN die zweite Kathode so an, dass die Strahlen der ersten Kathode in ihrem weiteren Verlaufe an jener vorbei passierten: dieselben wurden viel schwächer abgelenkt, als wenn die beiden Kathoden neben einander lagen. Eine Kathode wirkt also direkt auf den Strahl einer andern Kathode ein und zwar am stärksten an seiner Ursprungsstelle. Der Strahl wird dabei in toto abgelenkt, es tritt keine Biegung ein. Es schienen besondere Randstrahlen von der zweiten Kathode auszugehen und die Einwirkung auf die Strahlen der ersten Kathode auszuüben.

Die Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen suchte A. MAJORANA (*Rendic. R. Accad. dei Lincei VI 66; Naturwiss. Rundschau XII 643*) durch die Zeit zu messen, die in verschiedenen Entfernungen von der Kathode aufgestellte Elektroden zu ihrer Ladung bedurften. Von der in der Mitte der Vakuumröhre befindlichen Kathode gingen die Strahlen nach entgegengesetzten Seiten zu zwei Anoden und trafen in ihrem weiteren Gange in verschiedenen Entfernungen (13 und 38 cm) zwei Metallscheiben, von denen die nähere früher elektrisiert werden musste als die entferntere. Wurden beide Scheiben zur Erde abgeleitet und in jede Bahn eine Funkenstrecke eingeschaltet, so mussten in einem rotierenden Spiegel die Bilder beider Funken gegen einander verschoben erscheinen. Dies war aber nicht zu beobachten möglich, da bei jeder Entladung eine ganze Reihe von Funkenpaaren auftrat. MAJORANA leitete daher die Entladungen der Platten durch kapillare Vakuumröhren und erhielt in diesen unter Anwendung einer Holtzschen Maschine deutliche, einfache Lichtbilder. Machte der Spiegel 150 Rotationen in der Minute, so war das von der entfernteren Elektrode herrührende Bild etwas im Sinne der Rotation verschoben. Die Grösse dieser Verschiebung wurde auf 2,5 mm geschätzt, was einer Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen von 600 km pro Sekunde entsprechen würde. Aus einer andern Schätzung erhält MAJORANA Geschwindigkeiten von 150 km, so dass die Kathodenstrahlen möglicherweise aus Strahlen verschiedener Geschwindigkeit zusammengesetzt sind, von denen die durch den Magneten leichter ablenkbaren die schnelleren sind.

Die Theorie, dass die Kathoden- und Lenardstrahlen ein Strom negativ geladener Teilchen sind, wird von Mc. CLELLAND (*Proc. of the Royal Society, 1897 LXI 227; Naturw. Rundschau XII 505*) näher begründet. Innerhalb der Vakuumröhre wird der Kathode ein Faradayscher Doppelzylinder gegenübergestellt: der äußere ist zur Erde abgeleitet, der innere mit einem Quadrantenelektrometer in Verbindung. Durch eine kleine Öffnung in beiden können die Kathodenstrahlen in den inneren Cylinder dringen, der ihre etwaige Ladung aufnimmt, so dass das Elektrometer abgelenkt wird. Zwischen Kathode und Doppelzylinder befindet sich ein Bleischirm mit einem Aluminiumfenster; ein Stück Eisen in ihm ermöglicht seine Verschiebung von außen vermittelst eines Magneten. Zunächst wurde der Schirm in eine seitliche Ausbuchtung der Röhre gebracht und der Strom durch die gut evakuierte Röhre geschickt, so dass die Kathodenstrahlen den inneren Cylinder trafen. Das Elektrometer zeigte dann eine starke negative Ablenkung. Wurden die Strahlen durch die Pole eines Elektromagneten von der Cylinderöffnung abgelenkt, so erhielt der innere Cylinder keine Ladung. Stand der Schirm in der Bahn der Kathodenstrahlen, so zeigte der Cylinder auch eine, freilich kleinere, negative Ladung, die bei Ablenkung durch einen Magneten wieder aufhörte. Mc. CLELLAND variierte den Abstand zwischen Aluminiumschirm und innerem Cylinder und maß die Ablenkung in verschiedenen Lagen des ersteren. Bei $1\frac{1}{2}$ cm Abstand zeigte das Elektrometer einen Ausschlag von 30 Skalenteilen, bei 2 cm 62, bei 6 cm 150, bei 8 cm 147 und ohne Schirm 175 Skalenteile. Aus den Versuchen ergibt sich, dass, wenn Kathodenstrahlen auf ein dünnes Aluminiumblech fallen, negativ geladene Teilchen von der abgewandten Seite des Aluminiums wegfliegen, die von einem Magneten abgelenkt werden.

Die Intensität der sekundären Lenardschen Strahlen hängt also von der Stärke der primären Kathodenstrahlen und der Entfernung des Schirmes ab.

Mc. CLELLAND untersuchte auch die Wirkung der sekundären Strahlen aufserhalb der Entladungsrohre. Das in dieser angebrachte Fenster bestand aus einem Stück geölter Seide; ihm gegenüber stand die Öffnung des Faradayschen Doppelyinders. Waren beide nur wenige Centimeter von einander entfernt, so zeigte das Elektrometer negative Ablenkung, die allmählich auf einen konstanten Wert stieg. Bei weiterer Entfernung hörte die Ladung auf, da die Strahlen dann durch die Luft aufgehalten wurden. Eine dem Fenster in 1 bis 2 cm Entfernung gegenübergestellte Ebonitplatte zeigte, wenn einige Sekunden lang Entladungen durch die Röhre geschickt wurden und man sie mit Schwefel-Mennig-Pulver bestreute, die negative Lichtenbergsche Figur. Auch die so austretenden Strahlen ließen sich durch einen Magneten ablenken.

Änderte man durch Einschalten einer Funkenstrecke die Potentialdifferenz zwischen den Enden der Entladungsrohre, so zeigte sich, dass eine Verstärkung der Potentialdifferenz die Ablenkung der Kathodenstrahlen verminderte. Lenard hatte bei seinen Strahlen keine Veränderung der Ablenkung durch den Druck innerhalb des Beobachtungsraumes wahrgenommen, während Kathodenstrahlen bei Verringerung des Druckes in der Entladungsrohre weniger abgelenkt werden. Diese Verschiedenheit zwischen Lenardstrahlen und Kathodenstrahlen hört auf, wenn man annimmt, dass es nicht die Druckänderung, sondern vielmehr die damit stets verbundene Änderung der Potentialdifferenz ist, welche die Ablenkung der Kathodenstrahlen beeinflusst. Bei Lenard hat aber eine Änderung des Druckes in dem Raum aufserhalb der Röhre keinen Einfluss auf die Kräfte, welche die Strahlen in der Röhre erzeugen. Mc. CLELLAND ist der Ansicht, dass die Annahme, die Kathodenstrahlen seien ein Strom geladener Partikel, alle Eigenschaften dieser Strahlen genügend erklären.

Durch besondere Versuche stellte MC. CLELLAND noch fest, dass bei niedrigen Drucken ein grosser, bei höheren Drucken aber auch noch ein beträchtlicher Teil der gesamten Entladung von der Kathode durch die negativen Strahlen fortgeführt wird. Da diese oft gar nicht auf die Anode, sondern auf das Glas stoßen, so ist anzunehmen, dass ihre negative Ladung dann durch die leitende Luft zur Anode fliesst.

Dass die Kathodenstrahlen, welche ein zur Erde abgeleitetes Fenster durchdringen, sehr starke negative Ladungen mit sich führen, wird durch Versuche von W. WIEN bestätigt (*Verhandl. der physikal. Ges. zu Berlin* 16, 165; 1897). WIEN behält die Lenardsche Anordnung fast ganz bei; nur wählt er statt der grossen Anode einen kleinen Aluminiumdraht und legt die Kathode in eine besondere, etwas grössere Glasröhre, da eine solche zur Herstellung des für wirksame Strahlen nötigen Potentials nicht so grosse Verdünnungen braucht. Ferner wurde in dem Raum, in welchen die Kathodenstrahlen eindrangen, die Luft, welcher die Leitfähigkeit dieses Raumes zugeschrieben werden konnte, beseitigt. Um auch elektrische Störungen in dem Beobachtungsraum auszuschließen, wurden Induktionsapparat, Akkumulatoren und Entladungsrohre in einem metallisch ringsum belegten Kasten gestellt, aus dem die das Aluminiumfenster tragende Platinröhre herausragte. War dem Fenster eine Elektrode in 5 cm Entfernung gegenübergestellt, so zeigte die Nadel eines mit derselben verbundenen Quadrantenelektrometers einen Ausschlag, wenn Kathodenstrahlen aus dem Fenster traten. Wurde der Raum um die Elektrode evakuiert, so war die Wirkung stärker, gab das Vakuum Röntgenstrahlen, so warf bereits eine Unterbrechung des Röhmkorff die Nadel aus dem Gesichtsfelde. Es gelang WIEN ferner auch, die elektrische Ablenkung der Lenardschen Strahlen nachzuweisen. Dieselben gingen zwischen 4 cm langen Elektroden hindurch und fielen auf ein 5 mm breites Platinblech, von dem sie den Schatten auf eine Glaswand warfen. Wurden die Elektroden nun mit den Polen eines Hochspannungsakkumulators von 2400 Volt verbunden, so zeigten die Strahlen im äussersten Vakuum eine deutliche Abstösung von der negativen Elektrode. Die elektrostatische Ablenkung wurde durch ein magnetisches Feld von 30 C.G.S. kompensiert. WIEN berechnet daraus die Geschwindigkeit der Strahlen zu etwa einem Drittel der Lichtgeschwindigkeit.

Dafs die aus dem Aluminiumfenster austretenden Strahlen einen geladenen Körper wieder entladen, zeigt P. LENARD in *Wied. Ann.* 63, 253; 1897. Doch sind es ebenso wie bei den Röntgenstrahlen nicht die Strahlen selbst, sondern es ist die von ihnen durchzogene Luft, welche die entladende Wirkung hervorbringt. Die Kathodenstrahlen sind hierbei noch viel wirksamer als die Röntgenstrahlen. LENARD stellte ein Elektroskop mit daran befestigtem Aluminiumdraht in ein Zinkgehäuse, das nur eine Öffnung besaß, durch welche die Strahlen gerade das Ende des Drahtes treffen konnten. Dieser wurde durch die mit einem Entladungsschlage erzeugten Strahlen, die 10 cm vom Gehäuse entfernt austraten, von \pm 200 Volt auf nahezu 0 entladen. War die Öffnung durch Glas oder Zinkblech verschlossen, so hörte diese Wirkung auf. Ein Stück Pappe hob sie nicht auf, noch weniger ein 0,003 mm dickes Aluminiumblatt. Bei Anwendung des letzteren fand in 4 cm Entfernung des Fensters von der Öffnung eine plötzliche, in weiterer Entfernung eine allmähliche Entladung statt. LENARD weist nach, dass die erste starke Wirkung von den in das Gehäuse dringenden Kathodenstrahlen, die schwachen Wirkungen in gröfseren Entfernungen von den in geringer Menge ebenfalls vorhandenen Röntgenstrahlen herrührten. Ein Ketschirm (mit Pentadecylparatolyketon getränktes Papier) leuchtet nämlich nur durch Kathodenstrahlen, ein Baryumplatincyanürschirm sowohl durch diese als durch Röntgenstrahlen auf, wodurch eine Trennung beider Strahlenarten möglich wird. Ebenso wie durch einen Verschluss der Öffnung konnte die durchstrahlte Luft durch einen kräftigen Luftstrom, der durch einen Ventilator an Elektroskop und Draht vorbei geblasen wurde, von dem geladenen Körper abgehalten werden. War der Ventilator in Thätigkeit, so erfolgte nur in 5 cm Entfernung vom Fenster eine vollständige Entladung, in gröfserer war die Wirkung nur noch sehr gering. Positive und negative Ladung verhielten sich bei allen Versuchen gleich.

LENARD weist ferner nach, dass die von Kathodenstrahlen durchzogene Luft nebelbildend wirkt. Ein 1,5 cm von dem Fenster vorbei geführter Dampfstrahl erscheint hellweiss und dicht wolkig, sobald Kathodenstrahlen aus dem Fenster austreten. Die Wirkung ist bis 5 cm Entfernung kräftig, bis 10 cm noch schwach vorhanden. Befindet sich der Dampfstrahl in 8–10 cm Entfernung seitlich neben dem Fenster, so tritt sofort heftige Wolkenbildung auf, wenn man einen Luftstrom an dem Fenster vorbei nach dem Dampfstrahl bläst. Da nach Richarz auch Röntgenstrahlen auf den Dampfstrahl wirken, so ist die schwache Condensationswirkung in gröfseren Entfernungen wohl diesen, die starke in der Nähe den Kathodenstrahlen zuzuschreiben.

Die magnetische Ablenkbarkeit der Kathodenstrahlen ist von W. KAUFMANN näher untersucht worden. (*Wied. Ann.* 61, 544; 1897.) Es wurden Kathoden aus verschiedenem Material, in verschiedenen Abständen, unter Variation des Druckes und in verschiedenen Gasen benutzt; es ergab sich, dass durch alle diese Veränderungen die Ablenkbarkeit der Strahlen in keiner Weise beeinflusst wird. Nur die Potentialdifferenz zwischen Anode und Kathode wirkt auf die Ablenkung ein, so dass zu einer bestimmten Potentialdifferenz stets eine bestimmte Ablenkbarkeit der Kathodenstrahlen gehört. Bei verschiedenem Entladungspotential aber ist die Ablenkbarkeit umgekehrt proportional der Quadratwurzel der Potentialdifferenz der Elektroden. Dieses Beobachtungsergebnis führte KAUFMANN in Verbindung mit theoretischen Erwägungen bei Annahme der Emissionshypothese zu dem Resultat, dass der Bruch l/m (wo m die Masse eines von der Kathode fortgeschleuderten Teilchens, l seine Ladung bedeutet) eine constante Zahl sein müsse. In einer späteren Arbeit (*Wied. Ann.* 62, 596) bestimmte er l/m zu $1,77 \cdot 10^7$ C.G.S.-Einheiten.

Zu ganz ähnlichen Ergebnissen gelangte J. J. THOMSON (*Phil. Mag.* XLIV 293; *Naturwiss. Rundschau* XIII 53). Er zeigte zuerst, dass alle Kathodenstrahlen, auch die durch einen Magneten abgelenkten, negative Ladungen mit sich führen. Bei hoher Verdünnung beobachtete THOMSON auch eine elektrostatische Ablenkung der Kathodenstrahlen: ein zwischen zwei geladenen Aluminiumplatten hindurchgehendes Strahlenbündel wurde nach der positiven Platte hingebogen. Die Ablenkung war auch hier proportional der Potentialdifferenz. Schon 2 Volt genügten bei grossen Verdünnungen. Bei geringeren Verdünnungen wird das Gas

leitend und hindert dadurch die Ablenkung. Wenn die eine der beiden Platten mit dem Pol einer kleinen Batterie, die andere mit einem Elektrometer verbunden war, so wurde die Nadel des letzteren abgelenkt, sobald Strahlen zwischen den Platten hindurchgingen; die Gröfse der Ablenkung hing vom Drucke des Gases ab. Bei hohen Verdünnungen war zu erkennen, dafs die mit dem Elektrometer verbundene Platte von negativen Teilchen getroffen und negativ geladen wurde.

Bei magnetischer (wie bei elektrostatischer) Ablenkung der Kathodenstrahlen wurde der phosphoreszierende Streifen, den sie erzeugen, in mehrere helle und dunkle Bänder zerlegt („Birkelands Spectrum“). Von diesem „Spectrum“ stellte THOMSON Photogramme her, die bei Entladungen in den verschiedensten Gasen (Wasserstoff, Luft, Kohlensäure, Methyljodid) sich nicht im geringsten von einander unterschieden, wenn nur das Magnetfeld und die Potentialdifferenz dieselben waren. Da mit Verminderung des Druckes der Gase die Potentialdifferenz zunimmt, so musste ersterer so gewählt werden, dass letztere bei allen Gasen denselben mittleren Wert behielt. Bei gegebener Potentialdifferenz blieb also die Bahn der Kathodenstrahlen unabhängig von der Natur des Gases.

THOMSON kommt zu dem Schlusse, dass die Kathodenstrahlen materielle Teilchen mit negativen Ladungen sein müfsten. Er berechnet ebenso wie Kaufmann das Verhältnis der Masse m der Teilchen zu ihrer Ladung l . Diese Gröfse m/l wurde sowohl mit Hilfe der magnetischen als der elektrostatischen Ablenkung für Luft, Wasserstoff und Kohlensäure bestimmt; aus beiden ergab sich, dass sie unabhängig ist von der Natur des Gases. So fand THOMSON z. B. bei einer Versuchsreihe m/l für Luft $0,40 \cdot 10^{-7}$, für Wasserstoff $0,42 \cdot 10^{-7}$, für Kohlensäure $0,40 \cdot 10^{-7}$; bei einer zweiten für Luft $0,52 \cdot 10^{-7}$, für Wasserstoff $0,50 \cdot 10^{-7}$, für Kohlensäure $0,54 \cdot 10^{-7}$. Bei der Elektrolyse ist die Gröfse m/l für die vom Wasserstoffion fortgeführte Ladung 10^{-1} , also weit grösster. Die Träger der Elektrizität der Kathodenstrahlen sind daher sehr klein gegenüber den gewöhnlicher Molekülen. Sie sind dieselben, welcher Art auch das Gas sein mag, und — nach Lenards Beobachtungen über die Geschwindigkeit, mit der die Phosphorescenz der Strahlen abnimmt — hängt ihre mittlere freie Bahn nur ab von der Dichte des von den Strahlen durchsetzten Mediums. THOMSON ist der Meinung, dass wir in den Trägern der Kathodenstrahlen die einfacheren Atome einer Urssubstanz vor uns haben, aus denen die Atome der chemischen Elemente zusammengesetzt sind. Die Menge dieser Urmaterie, die an der Kathode entsteht, ist aber so gering, dass bei ununterbrochener Strahlung innerhalb eines ganzen Jahres nur $0,000003$ g davon erzeugt werden würden. Die Kleinheit von m/l kann auch von der Gröfse von l herrühren, die nach THOMSONS Meinung in der That als beträchtlich anzunehmen ist. Die aus den oben erwähnten Messungen sich ergebende Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen beträgt mehr als 109 cm pro Sekunde, sie wächst mit gesteigerter Verdünnung, d. h. mit Zunahme der Potentialdifferenz zwischen den Elektroden. Kathoden aus verschiedenem Material ergaben bei gleichem Druck verschiedene Potentialdifferenz, aber m/l blieb stets gleich. Schk.

3. Geschichte.

Die Einführung der Lavoisierschen Theorie in Deutschland. Von GEORG W. A. KAHLBAUM und AUGUST HOFFMANN. In Deutschland ist, besonders hervorgerufen durch Hermann Kopps geschichtliche Darstellungen, ziemlich allgemein die Meinung verbreitet, dass die Lehren Lavoisiers sich bei uns nur langsam, schwerer als in anderen Ländern, Geltung verschafft hätten, dass man vielmehr bemüht gewesen sei, die phlogistische Theorie, die dem deutschen Boden entsprossen war, so lange als möglich gegen die neue Lehre zu verteidigen. Zudem finden sich häufig genug Darstellungen und Anschauungen über die Phlogistonlehre, die in derselben nur eine Kette von unbegreiflichen Irrtümern erblicken und damit die deutsche Forschung der damaligen Zeit zu Unrecht in den Schatten stellen. Demgegenüber geben KAHLBAUM und HOFFMANN (*Monographien aus der Gesch. der Chem.* vgl. dieses Heft S. 101) eine ausgezeichnete Charakteristik jenes Zeitabschnittes, die zu wesentlich anderen Resultaten gelangt. Die von Stahl unter Weiterführung der Lehren Bechers aufgestellte Phlogiston-

theorie — die in den verbrennlichen Körpern, dem Schwefel und den Metallen ein eignes „brennbares Prinzip“ voraussetzte, das bei der Verkalkung oder dem Brennen entwich und bei der Reduktion aus der phlogistonreichen Kohle wieder hinzukam — bedeutete seiner Zeit einen grossen Fortschritt, indem dadurch der Chemie zum ersten Male eine wissenschaftliche, systematische Grundlage gegeben wurde. Es lag eine Hypothese zu Grunde, die eine grosse Anzahl von Erscheinungen unter einem einheitlichen Gesichtspunkte zu betrachten gestattete. Die Lehre verbreitete sich denn auch in kurzer Zeit über alle Länder, wurde von fast allen Chemikern angenommen und beherrschte die chemische Wissenschaft über ein halbes Jahrhundert hindurch. — Mit besonderer Schärfe und Sorgfalt gehen die Verff. auf den der Phlogistonlehre gemachten Vorwurf ein, dass man bei der Ausbildung dieser Theorie die quantitativen Verhältnisse unbegreiflicherweise ausser acht gelassen habe. Zunächst ist die Anschauung, dass die Schwere ein notwendiges Attribut aller Stoffe sei, erst viel später Gemeingut der Forscher geworden; erschienen doch Newtons Prinzipien 1687, während Bechers erste Darstellung der phlogistischen Anschauungen 1669 herauskam. So ist es nur natürlich, dass in das erste phlogistische Zeitalter die aristotelischen Anschauungen — nach welchen dem Feuer und der Luft eine Bewegung von dem Erdzentrum weg, dem Wasser und der Erde aber eine solche nach diesem hin eigen sei — noch stark hineinragten. Dieser Anschauung wurde nun eine andere entgegengesetzt, wonach für alle Körper nur eine Bewegung, die nach dem Erdzentrum hin, als natürlich angenommen wurde — im Grunde genommen ebenfalls willkürlich; erklärte doch Newton die Ursache der Schwere in seiner 1675 verfaßten Hypothesis durch das Einsaugen des Äthers in die festen Körper (vgl. Rosenberger: Js. Newton u. s. phys. Prinz.). Für das eigentliche „Warum“ der Schwere liegen die Dinge heutigen Tages noch nicht viel anders, wie u. a. auch P. du Bois-Reymond ausspricht, „so glaube ich denn, dass man die Schwerkraft als etwas menschlich Unfaßbares, als etwas menschlich Unbegreifliches ansehen muss“ (Grundl. d. Erk. in d. exakt. Wiss., 1890, Tübingen). Es ist also nur entschuldbar, wenn Stahl, dem die Zunahme des Gewichts bei der Verkalkung der Metalle bekannt war, der Schwere nicht eine so maßgebende Bedeutung beilegte, sondern sich bei seinem System von anderen, momentan wichtigeren Gesichtspunkten leiten ließ. Auch dass die später hinzugefügte Hypothese von der negativen Schwere des Phlogistons keine Absurdität sei, wird von den Verff. klarlegelegt. Alles in allem ist der genannte Vorwurf nicht nur hart und ungerecht, sondern er zeugt auch von Mangel an historischem Sinn, der bei der Beurteilung eines Zeitalters der bis dahin erreichten Erkenntnisstufe nicht Rechnung trägt. — Das Geniale in den Arbeiten Lavoisiers wird unumwunden anerkannt. Für Lavoisier steht das Gesetz, das wir heute das von der Erhaltung des Stoffs nennen, unumstößlich fest, obgleich er ihm nirgends einen prägnanten Ausdruck verleiht, der etwa der Mariotteschen Fassung „La nature ne fait rien de rien et la matière ne se perd point“ gleichkäme. Beim näheren Eingehen auf die Schriften L.'s wird dann auf verschiedene Punkte hingewiesen, die der schnellen Ausbreitung der neuen Lehre hinderlich waren. So liebte es L. vielfach, mehrere Versuche so zusammenzufassen, als ob er sie in einem einzelnen ausgeführt hätte, sodass es überhaupt unmöglich war, manche Versuche in der angegebenen Form zu wiederholen. Daher die vielen Misserfolge bei der Prüfung der Versuche, die natürlich zu Zweifeln an der Richtigkeit der Theorie führten. Ferner war es ein ungünstiger Umstand, dass durch seine Theorie die Wärme- und Feuererscheinungen, auf die gerade die Forscher bisher soviel Gewicht gelegt hatten, nicht weiter aufgeklärt wurden. Übrigens spielt auch noch bei L. der Feuerstoff eine gewisse Rolle; er giebt z. B. zu, dass seine Ideen über die Art und Weise der Verbindung des Feuerstoffs, auch mit den fetten Substanzen, noch nicht ausgereift seien (*Oeuvres T. I. p. 141*); ebenso ist für ihn Wasserstoffgas oder Sauerstoffgas nicht etwa das, was es für uns heute ist, nämlich Wasserstoff und Sauerstoff, sondern es ist bei ihm *oxygène + calorique* und *principe hydrogène + calorique* (*Oe. T. I. p. 46*). Eine verdienstliche Arbeit leisten übrigens die Verff., indem sie den Anteil L.'s an der Feststellung der das Wasser zusammensetzenden Gase auf sein richtiges, nämlich sehr bescheidenes Maß zurückführen; es erscheint hier die Art, wie L. der Akademie Berichte

über seine Versuche zustellte, in einem eigentümlichen Lichte. Hierzu wird eine bisher übersehene wichtige Quelle, eine Schrift Girtanners (*N. chem. Nomenclatur, Berlin 1791*) verwertet. — Was nun die Einführung der Lehren L.'s in die einzelnen Länder angeht, so wird auf Grund eines ungemein umfangreichen Quellenstudiums nachgewiesen, wie schwer es zuerst hielt, selbst im eignen Lande, die Anhänger der Phlogistontheorie von der neuen Auffassungsweise zu überzeugen, und daß die deutschen Forscher hierbei durchaus nicht eine besondere, prinzipielle Gegnerschaft bekundet haben. Manche der Einwürfe, die von den letzteren erhoben wurden, machen vielmehr der deutschen Gründlichkeit nur Ehre. Als ein Beispiel dafür, wie sehr man bemüht war, in die neue Deutung einzudringen, dabei aber doch das Ganze der einzelnen chemischen Erscheinung zu erfassen, mag ein Zeugnis Grens, eines Schülers Karstens, gelten: „Er könne es nicht begreifen, wie es möglich sein solle, daß ein Gas so große Hitze, wie beim Glühen der Metalle verwendet wird, aushalten könne, ohne zu entweichen, und wie beim Verkalken, wenn es im Glühen geschieht, sich expansible Luft in das Metall einhängen solle (*Crelly, Ann. 1786. II. 516*). [Heute, so möchte Ref. hierzu bemerken, muten wir vielfach dem Schüler zu, diese wirkliche Denkschwierigkeit gleich im ersten Anfang zu überwinden, wenn nämlich der chemische Unterricht mit einer Untersuchung der Luft beginnt.] Im einzelnen wird dann die Hinfälligkeit der oben erwähnten geschichtlichen Darstellung Kopps nachgewiesen, indem die deutschen Chemiker namentlich aufgeführt werden, die sich bald der neuen Anschauungsweise zuwandten. Dafs einige wenige, als Ausnahmen, sich nicht bekehren lassen wollten, könne nur die Regel bestätigen. Die Schrift gelangt zu dem bemerkenswerten Resultat, daß die deutschen Chemiker sich in der Aufnahme der neuen Theorie genau so verhalten haben, wie ihre Zeitgenossen in den anderen Ländern, und daß sie sich dabei stets als vorurteilsfreie gewissenhafte Männer kennzeichneten, denen als höchstes Ziel ihrer wissenschaftlichen Arbeiten die Erforschung der Wahrheit galt.

O.

4. Unterricht und Methode.

Der vorbereitende physikalische Unterricht in Obertertia und Untersekunda (Teil I).
Von Dr. PAUL SCHOLIM. *K. Gymn. zu Königshütte, O. S. 1897. Pr. No. 197.*

Der allgemeine Teil dieser Abhandlung enthält einzelne treffliche Bemerkungen. Der Verfasser nennt die Physik den lebendigsten aller Unterrichtsgegenstände, und stellt für die Unterstufe folgende vier Gesichtspunkte auf: möglichste Anknüpfung an die Erfahrungen des täglichen Lebens; Anstellung besonders solcher Versuche, die mit möglichst einfachen und wenig kostspieligen Mitteln ausgeführt werden können; Vermeidung jeder strengen Systematik; Vermeidung aller mathematischen Rechnung auf der Unterstufe. Mit dem zuletzt Fordererten ist aber die Einschränkung wohl zu weit getrieben. Den Sinn einer einfachen Formel müssen Schüler der Mittelstufe verstehen lernen und leichte Rechnungen, z. B. über das Hebelgesetz, dürfen ihnen unbedenklich zugemutet werden. Der Verfasser erinnert ferner an eine beachtenswerte Mitteilung, die bei einem der letzten Ferienkurse in Berlin den Teilnehmern gemacht worden sei: daß nämlich die Verteilung des Lehrstoffes, wie sie durch die neuen Lehrpläne gegeben ist, nur ein Vorschlag von seiten der Unterrichtsverwaltung sein solle, und daß es den Fachlehrern unbenommen bleibe, Änderungen hierin eintreten zu lassen. Er selbst schließt sich in dem speziellen Teil seiner Abhandlung an die Verteilung der Lehrpläne an, und folgt bezüglich der Auswahl des Stoffes ganz besonders der Ansicht KRUMMES, daß auf der Unterstufe die fälsliche Behandlung des Einzelnen in den Vordergrund treten müsse, während auf der höheren der Schüler lernen solle, den übersichtlich geordneten Stoff als Ganzes zu überschauen. Für das Experimentieren selbst stellt der Verfasser drei Grundsätze auf: 1. Die Versuche müssen so einfach und klar sein, daß aus ihnen die gewünschten Folgerungen ohne Schwierigkeit gezogen werden können. 2. Die anzustellenden Versuche müssen durch den Gang des Unterrichts geboten sein. 3. Jeder Versuch muß unbedingt gelingen. Wie freilich der spezielle Teil zeigt, ist es leichter, solche Grundsätze aufzustellen, als ihnen in jedem einzelnen Falle zu genügen. Schließlich weist

der Verfasser noch auf den ethischen Wert dieses Unterrichtes hin, der vor allem in der Erziehung zur Bescheidenheit im Urteilen bestehe. Bedenklich indessen ist es, wenn nach Robert Boyles Vorgang es dem Schüler abgewöhnt werden soll, „seine bloße abstrakte Vernunft für einen Maßstab der Wahrheit zu halten“. Dieser Hinweis bedürfte doch eines tüchtigen Körnleins Salz, um nicht missverstanden zu werden. Wir erkennen die wohlmeinende, aufs Religiöse gerichtete Absicht des Verfassers nicht, halten aber dafür, dass diese Absicht besser und sicherer erreicht wird, wenn man den Schüler dazu anleitet, sich bei jedem Begriff und jedem Gesetze über dessen Gültigkeitsbereich klar zu werden — eine Gewöhnung, die mit den materialistischen freilich auch manche pseudoreligiösen Einbildungen vernichtet.

Im speziellen Teil stellt der Verfasser den Lehrstoff der Obertertia, und zwar zunächst den die mechanischen Erscheinungen umfassenden, zusammen. Wir haben schon früher solche Zusammenstellungen für höchst dankenswert erklärt, und möchten dies auch dann noch aufrecht erhalten, wenn die Veröffentlichung, wie im vorliegenden Fall, eine nicht geringe Zahl von Einwürfen herausfordert. Der Stoff wird in 7 Abschnitte gegliedert: § 1. Die gemeine Wage; § 2. Der Hebel; § 3. Die Schwerkraft; § 4. Die Schwungkraft; § 5. Das spezifische Gewicht und die Grundeigenschaften der Flüssigkeiten; § 6. Der Luftdruck; § 7. Barometer und Luftpumpe.

In § 1 wird der Begriff des Schwerpunkts aus einfachen Versuchen entwickelt, dann werden die drei Arten des Gleichgewichts ebenfalls durch Versuche erläutert. Aber hierbei laufen zwei erhebliche Irrtümer unter: es werden alle stehenden Körper als Beispiele des labilen, alle drehbaren Körper als Beispiele des indifferenten Gleichgewichts bezeichnet. (Das Wort „indifferent“ wäre übrigens besser mit „unbestimmt“ als mit „gleichgültig“ zu übersetzen.) Auch die dann noch folgenden Auseinandersetzungen über die Veränderungen der Lage des Schwerpunkts bedürfen einer präziseren Fassung. — Beim Hebel (§ 2) sollte die Formulierung des Gesetzes in mathematischer Form nicht einem abstrakten Prinzip (dem oben erwähnten vierten Grundsatz) zu Liebe unterbleiben. Unangebracht ist, dass als Beispiel zum ungleicharmigen Hebel sofort der Hebbaum betrachtet wird, dessen eines Ende den Boden berührt, während hier zunächst der Hebbaum mit untergelegtem Stützkörper am Platze wäre. Zum einarmigen Hebel sollte ein Versuch am Modell ausgeführt werden. Den Schlüssel als einarmigen Hebel zu bezeichnen, ist zwar vielfach üblich, stiftet aber leicht Verwirrung. Unter den Anwendungen des Hebels wird nächst der Brückenwage die feste Rolle betrachtet; es wird sogar behauptet, dass die letztere als ein gleicharmiger Hebel aufgefasst werden muss. Diese ganze Auffassung aber ist künstlich und nichts weniger als notwendig, da vielmehr umgekehrt das Gleichgewicht am gleicharmigen Hebel als Spezialfall des Gleichgewichts an der festen Rolle angesehen werden kann. Die Auffassung widerspricht auch dem vom Verfasser angenommenen KRUMMESCHEN Prinzip der fälschlichen Behandlung des Einzelnen. Die feste Rolle will für sich aus der gleichen Spannung der beiden Seilenden begriffen werden, ebenso wie die (nicht angeführte) bewegliche Rolle und wie der Flaschenzug aus der Verteilung der Spannung auf mehrere Seile. Mangelhaft ist auch, wenn gesagt wird, dass für jede bewegliche Rolle (am Flaschenzug) das Kraftseil doppelt so lang sei als das Lastseil. Dass Archimedes die Hebelgesetze gefunden habe, ist unrichtig.

Von der Schwerkraft (§ 3) wird gesagt, man nehme an, dass sie ihren Sitz im Mittelpunkt der Erde habe. Dies ist selbst als beiläufige Vorstellung unzulässig und gehört in die physikalische Mythologie. Von den Fallgesetzen wird nur das Gesetz der Fallstrecken angegeben, was sehr zu billigen ist, da mit dem Begriff Geschwindigkeit beim freien Fall sich auf dieser Stufe doch noch keine klare Vorstellung verbindet. Entschieden abzulehnen aber ist für die Unterstufe der Gebrauch der Atwoodschen Fallmaschine, die der Verfasser entgegen seinem Prinzip der möglichst einfachen und wenig kostspieligen Versuche zur Anwendung bringt. Wenn irgendwo, so ist hier das historische Prinzip am Platze, dem gemäß auf der Unterstufe die Galileische Fallrinne zu benutzen ist. Ein Druckfehler ist, dass der Weg in 10 Sekunden 10·5 Meter beträgt. Zu den Unklarheiten mancher populären Darstellungen

gehört es, wenn gesagt wird, daß beim senkrechten Wurf nach oben die Wurfkraft durch die ihr entgegenwirkende Schwerkraft nach und nach aufgehoben werde.

Bei der Schwungkraft (§ 4) gehen mehrere Versuche über die Unterstufe hinaus. Der Versuch mit den zwei durch einen Faden verbundenen Gewichten auf wagerechter Stange ist als Einleitungsversuch sicher unbrauchbar, zumal bei ihm die Wirkung der Schwungkraft in Richtung des Radius erfolgt, während im übrigen Text von einem Bestreben des rotierenden Körpers, in der Tangente abzufliegen, gesprochen wird; der Versuch kommt erst bei quantitativer Betrachtung zu seiner eigentlichen Geltung. Auch der Versuch mit dem aufgehängten, horizontal schwebenden Ring muß gestrichen werden; man wird dem Schüler unmöglich zumuten können, daraus zu folgern, daß „ein Körper, auf den zwei verschiedene Kräfte wirken, keiner von beiden folgt, sondern sich in einer mittleren Richtung bewegt“; geradezu unzulässig aber ist es, daraus zu schließen, daß die „Centrifugalkraft“ eine der Schwerkraft entgegenwirkende Kraft ist. Hält man vollends diese beiden Folgerungen gegeneinander, so ergibt sich eine gänzliche Verwirrung der Begriffe über die hier stattfindenden Wirkungen.

In § 5 wird bei der Einführung des spezifischen Gewichtes bald von der gleichen „Menge“ Wasser, bald von der gleichen Wassermasse, statt von dem gleichen Volumen Wasser gesprochen. Eine Flüssigkeit wird als ein Körper definiert, dessen Teilchen so leicht gegen einander verschiebbar sind, daß ihm jede beliebige Gestalt gegeben werden kann; hiernach wäre Wachs eine Flüssigkeit. Der Versuch an einer mit feinen Öffnungen versehenen, mit Wasser gefüllten Glaskugel kann hauptsächlich dazu dienen, die gleichmäßige Druckfortpflanzung zu demonstrieren, worauf aber vom Verf. nicht hingewiesen wird. Der für das Gesetz des Bodendrucks benutzte Apparat röhrt nicht von Haldat, sondern seinem Prinzip nach von Pascal her; dieser (nicht Brahma) ist auch der Urheber des Gedankens der hydraulischen Presse. Dafs man eine spezifisch schwerere Flüssigkeit über eine leichtere schichten kann, war mir bisher unbekannt.

In § 6 (vom Luftdruck) wird folgender Versuch beschrieben: Ein Trinkglas wird mit der Öffnung nach unten in ein Gefäß voll Wasser getaucht und bis zum Grunde hinabgedrückt; beim Loslassen springt es scheinbar von selbst wieder in die Höhe. Hieraus wird unbegreiflicherweise gefolgert — daß die Luft zusammendrückbar sei! Der Versuch würde offenbar ganz ebenso verlaufen, wenn die geringe Compression, die die Luft hierbei erfährt, ganz wegfiele oder wenn man die untere Öffnung des Gefäßes durch eine Platte verschlösse. Die Erklärung der Vorgänge bei der Saugpumpe ist auch mehrfach anfechtbar. Dafs eiserne Kugeln als unelastisch angesehen werden können, steht mit der Erfahrung nicht im Einklang.

Angesichts einer so großen Zahl von Irrtümern scheint es nicht angebracht, auf methodische Fragen hinsichtlich der Auswahl und Anordnung der Versuche noch weiter einzugehen, als schon gelegentlich geschehen ist. Es zeigt sich wieder, wie große Anforderungen bezüglich der Klarheit der Begriffe und der Sicherheit des Urteils auch ein solcher vorbereitender Kursus an den Lehrer stellt — und wie bildend er daher bei richtiger Behandlung für den Schüler werden kann. Der Verfasser will im Programm des nächsten Jahres den zweiten Teil folgen lassen; er würde gut thun, ihn vor der Drucklegung einer gründlichen Revision mit erfahrenen Kollegen zu unterziehen.

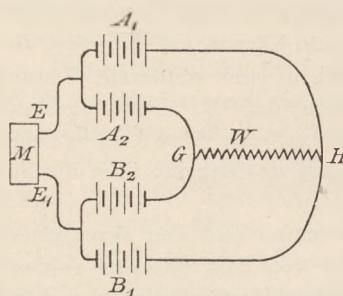
P.

5. Technik und mechanische Praxis.

Ein elektrochemisches Verfahren, um Wechselströme in Gleichströme zu verwandeln, beschreibt L. GRAETZ (*Wied. Ann.* 62, 323: 1897). Eine elektrolytische Zelle mit einer Aluminiumanode, an der Sauerstoff auftritt, bewirkt eine außerordentliche Schwächung des hindurchgeschickten Stromes. Nach den Messungen von GRAETZ hält eine solche Zelle gerade einer elektromotorischen Kraft von 22 Volt das Gleichgewicht; Ströme von geringerer Spannung gehen überhaupt nicht durch die Zelle, bei Strömen von größerer Spannung wird diese um 22 Volt vermindert. Die Ursache findet GRAETZ in einer Art Condensatorwirkung zwischen der Elektrode und der Flüssigkeit. Eine Reihe solcher Zellen, hinter einander geschaltet,

setzt dann einem primären Strom eine Gegenkraft entgegen, die der Anzahl der Zellen mal 22 Volt gleich ist. Ein Strom, der die Zelle in entgegengesetzter Richtung durchläuft, wird dagegen durch die Wasserstoffpolarisation nur wenig geschwächt. Schickt man einen Strom abwechselnd in der einen und in der andern Richtung hindurch, so behält man — wenn er unter der genannten Spannungsgrenze liegt — nur den Strom der einen Richtung übrig.

GRAETZ benutzt als Zellflüssigkeit verdünnte Säuren oder Alaunlösungen, als Elektroden Aluminium und Kohle. Von einem Wechselstrom, dessen Spannung unter der Anodenpolarisation liegt, gehen dann nur die positiven Stromteile, bei denen das Aluminium Anode würde,



hindurch, während die negativen nicht durchgelassen werden. Es entsteht also ein Gleichstrom von etwa der halben Stärke des Wechselstroms. Die negativen Stromteile kann man nun in einem Stromkreis mit entgegengesetzt geschalteten Zellen auch auffangen, beide Teile dann aber in einer Drahtleitung vereinigen. Die Figur zeigt eine hierzu geeignete Schaltung. An jedem Pol der Wechselstromquelle M befinden sich zwei entgegengesetzt geschaltete Batterien der beschriebenen Art A_1, A_2 und B_1, B_2 neben einander. Verbindet man die gleichnamigen Pole von A_1 und B_1 durch

den Draht H , die von A_2 und B_2 durch den Draht G , G und H durch W , so fliesst durch W immer ein Gleichstrom. Ist nämlich der positive Pol bei E , so geht der positive Strom von M durch A_1, H, W, G, B_2 , ist der positive Pol bei E_1 , so geht er durch B_1, H, W, G, A_2 nach M zurück. GRAETZ konnte bei dieser Anordnung durch eine Wechselstrommaschine einen Gleichstrommotor treiben lassen, auch andere nur mit Gleichstrom mögliche Versuche anstellen. Unter geeigneten Umständen lassen sich 95 bis 96 % der Energie des Wechselstroms in Gleichstromenergie verwandeln. Das von GRAETZ beschriebene Verfahren ist auch in der Akkumulatorenfabrik von Pollak in Frankfurt a. M. gefunden worden (*Elektrotechn. Ztschr. v. 24. VI. 97.*)

Sch.

Photometrische Einheiten. Auf dem internationalen Kongress zu Genf wurden 1896 die Blondelschen Vorschläge über photometrische Einheiten, allerdings unverbindlich für die beteiligten Vereine, angenommen. Im Anschluss hieran wurden auf der 5. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu Eisenach 1897 auf Antrag des Elektrotechnischen Vereins, der sich in dieser Frage mit den Gas- und Wasserfachmännern geeinigt hatte, folgende Beschlüsse gefasst (*E. T. Z. XVIII* 474): 1. Die Einheit der Lichtstärke ist die Kerze; sie wird durch die horizontale Lichtstärke der Hefnerlampe dargestellt. 2. Für die photometrischen Größen und Einheiten giebt die nachstehende Tabelle Namen und Zeichen.

Größe		Einheit	
Name	Zeichen	Name	Zeichen
Lichtstärke	J	Kerze (Hefnerkerze)	HK
Lichtstrom	$\Phi = J \omega = \frac{JS}{r^2}$	Lumen	Lm
Beleuchtung	$E = \frac{\Phi}{S} = \frac{J}{r^2}$	Lux (Meterkerze)	Lx
Flächenhelle	$e = \frac{J}{s}$	Kerze auf 1 cm ²	—
Lichtabgabe	$Q = \Phi T$	Lumenstunde	—

Dabei bedeuten:

ω einen räumlichen Winkel,

S eine Fläche in m²; s eine Fläche in cm², beide senkrecht zur Strahlenrichtung,

r eine Entfernung in m,

T eine Zeit in Stunden.

H.-M.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Vorlesungen über die Prinzipien der Mechanik. Von Ludwig Boltzmann. I. Teil. Mit sechszeiligen Figuren. Leipzig, Johann Ambrosius Barth. 1897. Mk. 6,00.

Abgesehen von der äußersten Veranlassung, der das vorliegende Buch seine Entstehung verdankt, und die im Vorwort genannt ist, hat es einen inneren, durch die Sache bedingten Ursprung. Es knüpft an die in letzter Zeit öfter ausgesprochene Behauptung, dass die bisherige, Newtonsche Mechanik unzureichend sei, an. Es sieht die Berechtigung dieser Behauptung nicht in den alten mechanischen Prinzipien selbst, sondern in der Art ihrer Darstellung. Man geht wohl nicht fehl, wenn man Boltzmanns Buch so auffasst, dass es ganz besonders im Gegensatze zu der Mechanik von Hertz geschrieben sei. Aus dem Kampfe, den es so kämpft, geht es freilich nicht immer als Sieger hervor. Dennoch ist in seinem Verfasser der Newtonschen Mechanik ein imponierender Streiter erstanden.

Der Weg, den Boltzmann einschlägt, um Klarheit zu schaffen, besteht darin, dass er die Grundvorstellungen möglichst spezialisiert. Er fängt nicht bei der Erfahrung, sondern mit Hypothesen an, deren Berechtigung sich erst aus den Folgerungen ergeben soll. Diese auch von Hertz mit seinem Hauptgesetze befolgte Methode hat hier, wo es sich nur um die übersichtliche Wiedergabe von längst Bekanntem und meist Feststehendem handelt, wenigstens für den, der kein Neuling in der Sache ist, einen erheblichen Vorteil. Es tritt dadurch deutlich hervor, wie weit die einzelnen Grundvorstellungen unter sich unzertrennlich zusammenhängen. Auch Boltzmann beginnt wie Hertz mit der Erörterung der Möglichkeit, die Identität eines sich bewegenden Punktes zu erkennen. Aber dazu genügt nicht die Annahme, dass, wenn sich zu irgend einer Zeit an einem Orte ein Punkt befindet, dann zu einer unendlich benachbarten Zeit an einem unendlich benachbarten Orte ebenfalls nur ein einziger Punkt existiere. Aufklärend ist es, da unter die Grundvorstellungen der Kraftbegriff aufgenommen wird, ihn als den der Fernkraft zu definieren. Die Hertz'sche Kraft entspricht jedoch trotz Boltzmanns Einwand besser oder vielmehr überhaupt erst dem Denken und den Thatssachen. Dass der berühmte und sieghaften Gegner der Energetik dem Energiesatze keine grundlegende Stellung einräumt, versteht sich von selbst. Es sei aber ausdrücklich hervorgehoben, dass auch die Erörterung dieses Satzes in kurzen Ausführungen reich an belehrenden Gedanken ist.

Eigentlich hätte das Buch einen anderen Titel erhalten müssen; denn es befasst sich nicht bloß mit den Prinzipien der Mechanik und mit dem Nachweise ihrer Berechtigung und ihrer Genugsamkeit, sondern es geht auch näher auf Einzelsfragen und Einzelanwendungen ein. So werden z. B. die Lissajous'schen Figuren, gedämpfte harmonische Schwingungen, die Planetenbewegung, das Pendel, die Verschiebungen und die Drehungen fester Körper ausführlich besprochen. Eine sehr klare Auseinandersetzung des d'Alembertschen Prinzips und die Anwendung der Methode der Multiplikatoren auf den Fall, wo beliebige holonome oder nicht holonome Bedingungsgleichungen oder Ungleichungen bestehen, bilden den Schluss des Buches, das ebenso wichtig und nützlich für die übrigens vorläufig wohl noch kleine Zahl von Anhängern der Hertz'schen Richtung ist, wie es mit Freude von denen begrüßt werden muss, die die alte Mechanik bewahrt zu sehen wünschen. *Paul Gerber, Stargard.*

Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften. No. 88 und 89. Krystallometrie, oder Krystallonomie und Krystallographie auf eigentümliche Weise und mit Zugrundelegung neuer allgemeiner Lehren der reinen Gestaltenkunde bearbeitet von J. F. Chr. Hessel (1830), herausgegeben von E. Hess. I. Bändchen, mit 8 Tafeln, 192 S. M. 3. II. Bändchen, mit 3 Tafeln, 165 S. M. 2,80. — Nr. 92. Über den natürlichen Zusammenhang der organischen mit den anorganischen Verbindungen u. s. w. Von H. Kolbe (1859), herausgegeben von Ernst v. Meyer. 42 S. M. 0,70. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1897.

Der Verfasser von No. 88 und 89, J. Fr. Chr. Hessel, hat als Professor der Mineralogie und Technologie in Marburg während des Zeitraums 1825 bis 1872 gewirkt. Seine Hauptleistung ist die vorliegende Schrift, die die erste strenge und methodische Ableitung der 32 allein möglichen Krystallklassen enthält. — Nr. 92 bietet ein anschauliches Bild der spekulativen Geistesarbeit Kolbe's dar, der Hauptgedanke ist in dem folgenden Satze der Abhandlung ausgesprochen: Die chemischen organischen Körper sind durchweg Abkömmlinge unorganischer Verbindungen und aus diesen zum Teil direkt, durch wunderbar einfache Substitutionsprozesse entstanden. *P.*

Die Funkentelegraphie. Von A. Slaby, Professor an der Technischen Hochschule zu Berlin. Mit 22 Abbildungen und 2 Karten. Berlin, L. Simion, 1897. II u. 70 S.

In dieser Schrift berichtet der Verfasser über Versuche, die er im Sommer 1897 unter besonders fördernden Umständen und unter Verwendung weitgehender Hilfsmittel angestellt hat. Er war in

der glücklichen Lage, den ersten grundlegenden Versuchen zur Erprobung der Marconischen Erfindung, die die englische Telegraphenverwaltung im Frühling jenes Jahres anstellte, beiwohnen zu dürfen. Auf Mitteilungen, die er dabei von Marconi und Preece empfing, und eigenen Beobachtungen, also auf Quellen, die nicht so weit reichten wie die jetzt allgemein bekannt gewordene Patentschrift des Erfinders (vgl. d. Zeitschr. X 314), beruhen die von ihm konstruierten Apparate, die daher in manchen Punkten von denen Marconis abweichen. Einige dieser Abänderungen haben sich, wenn nicht als Verbesserungen, so doch als Vereinfachungen erwiesen. In der ausführlichen Beschreibung dieser Apparate und der Versuche, bei denen es gelang, auf 21 km mit Hertzschen Wellen Zeichen zu geben, liegt der grosse Wert der Abhandlung, der noch dadurch erhöht wird, dass der Verfasser die zuweilen eingetretenen Misserfolge und deren Ursachen ausführlicher als die erfolgreichen Versuche erörterte. Die schön ausgestattete Arbeit ist mit der durchsichtigen Klarheit und der warmen Begeisterung geschrieben, die man an dem Verfasser stets von neuem bewundert. *Hahn-Machenheimer.*

Leitfaden der Physik und Chemie mit Berücksichtigung der Mineralogie und der Lehre vom Menschen. Für die oberen Klassen von Bürgerschulen, höheren Töchterschulen und anderen höheren Lehranstalten in zwei Kursen bearbeitet von A. Sattler, Schulinspektor. 16. verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 251 in den Text eingedruckten Holzstichen. Braunschweig, F. Vieweg u. Sohn, 1896. VIII u. 163 S. M. 1.

Die 11. Auflage dieses Werkchens ist in dieser Zeitschrift (VII 103) besprochen worden. In der vorliegenden 16. Auflage wurden im physikalischen Teile die Dynamomaschinen und der Fernsprecher eingehender als bisher behandelt, der chemische Teil vielfach verbessert, und beide durch zahlreiche Hinweise in engere Verbindung gebracht. Zwei neue Übersichten wurden hinzugefügt: A. Zusammenstellung der beschriebenen chemischen Grundstoffe oder Elemente und B. Zusammenstellung der wichtigsten Verbindungen der beschriebenen Elemente. Das unentbehrliche Register dagegen fehlt immer noch. *Hahn-Machenheimer.*

Der praktische Elektriker. Populäre Anleitung zur Selbstanfertigung elektrischer Apparate und zur Anstellung zugehöriger Versuche. Mit 466 Abbildungen. Von Professor W. Weiler. Dritte bedeutend erweiterte und verbesserte Auflage. Leipzig, Moritz Schäfer, 1897. XXXII u. 614 S.

Die dritte Auflage ist gegen die zweite wesentlich erweitert. Die Aufgaben aus der Praxis sind vermehrt, eine Anzahl neuer Apparate, Messinstrumente, Dynamo- und Triebmaschinen sind in genauer Beschreibung und Zeichnung neu aufgenommen. Hinzugefügt sind auch historische Notizen und zwar weiter zurückgreifende als in vielen Lehrbüchern der Physik zu finden sind. „Das Buch ist für alle diejenigen bestimmt, welche aus Liebe zur Elektrizität ihre Apparate mit Verständnis selbst anfertigen wollen. Insbesondere war der Verfasser bestrebt, der reiferen Jugend eine Vorschule zur Elektrotechnik zu schaffen.“ Beiden Zwecken dient das Buch in vortrefflicher Weise. Sein Nutzen greift aber darüber noch hinaus. Bisweilen wird es auch heute noch vorkommen, dass Mechaniker Apparate einfach nach Abbildungen in physikalischen Lehrbüchern bauen; dort, wo mehr auf den Gebrauch des Apparates gesehen ist, fehlen aber meist die Angaben über Konstruktion, Widerstand, Windungszahl etc. In diesem Falle wird das vorliegende Buch für den Lehrer oft nützlich sein, um die Zweckmässigkeit der Konstruktion zu prüfen. Von Einzelheiten, deren Verbesserung im Hinblick auf die Schüler sich empfiehlt, sei bemerkt: Es muss heißen auf Seite 23 Gazeüberzug statt

Gasüberzug; S. 68 $\frac{E}{R_i + R_a}$ st. $\frac{R}{R_i + R_a}$; S. 69 $R_i + R_a$ st. $R_i + R_a$. Auf S. 75 dürfte die Auf-

gabe 2 dem Schüler Schwierigkeiten bereiten, da nicht hinreichend hervorgehoben ist, dass unter E die Potentialdifferenz an den Klemmen des Elements verstanden ist und nicht EMK , wie in der vorhergehenden Aufgabe. S. 121: der Leser erfährt nicht, in welcher Weise das Lippmannsche Galvanoskop Strom oder Spannung anzeigt. S. 162 steht $J = \text{tg } \alpha$ statt $J = \text{const. tg } \alpha$. Wenn auch in der Anwendung an dieser Stelle der Reduktionsfaktor sich wegeht, ist der Zusatz doch nötig, um den Schüler nicht zu verwirren. In der 3. Reihe des betreffenden Beispiele muss es 30° heißen statt 25° . S. 151 und 608 steht μ mi, ν ni statt my (μ v) und ny (ν v). Dankenswert ist auch die Hinzufügung einer Litteraturübersicht. *R. Heyne.*

Anleitung zur Photographie. Von G. Pizzighelli. Achte Auflage. Mit 153 Holzschnitten. Halle a. S. Wilhelm Knapp. 1897. X u. 332 S. 3 M.

Die schnelle Folge der Auflagen (8 in 10 Jahren) spricht allein schon für die Vortrefflichkeit des Buches. Während sonst nur geringere Änderungen Platz gegriffen haben, ist diesmal eine umfassendere Umarbeitung vorgenommen worden, wie sie dieser durch allgemeine Bethätigung schnell fortschreitenden Wissenschaft geziemt. Der erste Teil bietet eine Übersicht über die photographischen

Aufnahmeapparate und vermeidet dabei glücklich eine verwirrende Überfülle. Der zweite ausführlichste Teil behandelt den Negativprozess und führt den Anfänger in vorzüglicher Weise in das so wichtige Abstimmen des Entwicklers ein. Die weiteren Kapitel umfassen den Positivprozess, die praktische Durchführung der photographischen Aufnahmen und die Herstellung von Vergrößerungen. Ein kurzer Anhang bringt die Aufzählung einiger Werke für Vorgeschriften und 3 Kostenanschläge für eine erste Ausstattung. Die Ausstattung des Buches ist vorzüglich und zweckmäßig. Dem auf sich selbst angewiesenen Anfänger werden die neben einander gestellten Abbildungen des unterrichtig- und überexponierten Negativs, soweit hier geholfen werden kann, sehr willkommen sein. Eine große Anzahl von Autotypien gibt dem Anfänger zugleich schöne Beispiele von malerischen Objekten. Es bedarf wohl keines Hinweises, dass der Begriff eines Anfängers hier etwas weit gefasst werden kann. Das Büchlein ist einer der besten Freunde des Amateurphotographen. *R. Heyne.*

Recepte und Tabellen für Photographie und Reproduktionstechnik. Von Dr. J. M. Eder.

4. Aufl. Halle a. S. 1896 XII u. 132 S. 2 M.

Das Büchlein, welches aus der Lehrthätigkeit des Verfassers an der technischen Hochschule sowie an der Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproduktionsverfahren in Wien hervorgegangen ist, ist in der vierten Auflage, entsprechend den raschen Fortschritten auf dem Gebiete der photographischen Technik, ganz neu bearbeitet worden. Es ist dabei das Prinzip festgehalten worden, nur völlig erprobte Arbeitsvorschriften aufzunehmen, welche sich im andauernden Betriebe bewährt haben. Irgend etwas zum Lobe dieses Büchleins sagen zu wollen, wäre überflüssig. Es ist für den nicht einseitig Arbeitenden auf diesem Gebiete in seiner Reichhaltigkeit und gedrängten Kürze unentbehrlich.

R. Heyne.

Maturitäts-Prüfungs-Fragen aus der Physik. Zusammengestellt von Josef Gajdeczka, k. k.

Professor am zweiten deutschen Gymnasium in Brünn. Zweite verbesserte Auflage. Mit 56 Abbildungen im Texte. Leipzig und Wien, Franz Deuticke, 1897. 194 S. M. 2,—.

„Dem Prüfungskandidaten eine rasche und sichere Repetition der im Unterrichte unter Anleitung des Lehrers gewonnenen und bei der Prüfung verlangten Kenntnisse zu ermöglichen“, ist der Zweck des vorliegenden Buches. Über die Berechtigung eines solchen Buches ließe sich indessen noch diskutieren. Entspricht das Lehrbuch vollkommen seiner schwierigen Aufgabe, sind darin die Grunderscheinungen und Grundgesetze gebührend hervorgehoben, ist Nebensächliches und minder Wichtiges schon durch den Druck als solches bezeichnet, enthält es passende Aufgaben, so halte ich ein besonderes Repetitorium für den Schüler nicht für notwendig. Es gewährt den Examinanden allerdings immer eine besondere Beruhigung, wenn man ihnen rechtzeitig die Fragen, deren Lösung man von ihnen erwartet, bekannt giebt. Ich halte es aber für viel zweckmässiger, wenn man den Schülern selber die Ausarbeitung der Fragen überlässt und ihnen gelegentlich der Prüfungen während des Schuljahres an der Hand solcher Ausarbeitungen nützliche Winke giebt, als wenn man ihnen die fertigen Antworten auf die Fragen in die Hand giebt. Dafs ein Buch, wie das vorliegende, für einzelne Lehrer und Schüler recht bequem sein mag, will ich natürlich nicht bestreiten. Sapienti sat. Sieht man jedoch von dem prinzipiellen Einwande ab, so mufs gesagt werden, dass die Auswahl der Fragen im allgemeinen mit Geschick getroffen ist; das Buch könnte recht brauchbar sein, wenn es nicht durch zahlreiche Irrtümer und Nachlässigkeiten entstellt wäre.

Als ich die Lektüre des Buches begann, fiel mir — von der Stilisierung abgesehen — die erste Frage angenehm auf: „Physik und Chemie sind eng verwandte Wissenschaften; wieso?“ Ich hoffte, dass die Antwort Aufschluss darüber enthalten werde, warum gewisse Partieen der Physik (spezifische Wärme, Dampfdichte, Elektrolyse) gerade von Chemikern ausgebaut worden sind; welche Umstände dazu gedrängt haben, eine eigene Grenzwissenschaft, die physikalische Chemie, zu schaffen u. s. f. Stattdessen fand ich zu meinem Bedauern die alten, hohen, oberflächlichen Definitionen der Materie, des „Naturkörpers“, den landläufigen Unterschied zwischen Physik und Chemie und endlich folgende Antwort: „Beide (Wissenschaften) hängen eng zusammen, denn ein und derselbe Körper kann durch eine Einwirkung eine Zustandsänderung, durch eine andere eine Stoffänderung erfahren.“ Diesen famosen Schluss parodierend könnte man sagen: Ein und derselbe Mensch kann durch eine Einwirkung eine körperliche Änderung, durch eine andere eine geistige Änderung erfahren. Folglich hängen Chirurgie und Pädagogik eng zusammen. —

Um darzuthun, wie verschieden die Eigenschaften einer Verbindung von den Eigenschaften ihrer Bestandteile sind, wird Seite 5 gesagt: „Aus H und Cl entsteht HCl, H und Cl sind luftförmige Elemente, HCl ist eine Flüssigkeit!“ — Seite 41 wird eine Anleitung gegeben, wie man aus dem Unterschiede der Schwingungszahlen eines Pendels am Fusse und auf dem Gipfel eines Berges dessen Höhe berechnet. Dabei wird aber der Einfluss, den die Masse des Berges auf die Pendelschwingungen

ausübt, vollständig ignoriert. — Als Verhältniszahl zwischen der spezifischen Wärme eines Gases bei constantem Druck und der spezifischen Wärme bei constantem Volumen wird ganz allgemein 1,41 angegeben. Dafs diese Zahl je nach der Constitution des Gases auch andere Werte annehmen kann, dafs sie bei einatomigen Gasen zu 1,66 wird, dafs man sie aus der Schallgeschwindigkeit ableitet, wird nicht erwähnt; dies ist um so mehr zu bedauern, als gerade solche Beispiele den Zusammenhang zwischen Physik und Chemie ganz anders beleuchten würden, als die oben erwähnten seichten Phrasen. — Bei der Erörterung der Verbreitung der Wärme wird nur der Strahlung und der Wärmeleitung gedacht, aber nicht der Convektion und wir lesen da folgende merkwürdige Bemerkung (S. 79): „Die flüssigen und gasförmigen Körper sind gute oder schlechte Wärmeleiter, je nachdem sie von unten oder von oben erwärmt werden.“ — Von dem gasförmigen Phosphorwasserstoff PH_3 wird (S. 96) angegeben, dafs er sich von selbst entzündet. Dies ist jedoch nur dann der Fall, wenn ihm flüssiger Phosphorwasserstoff P_2H_4 beigemengt ist. — Auf derselben Seite steht: „Wasserstoff giebt mit Kohlenstoff zwei wichtigere Verbindungen, CH_4 = den leichten, C_2H_4 = den schweren Kohlenwasserstoff.“ Wie soll der Schüler da einen Einblick in die außerordentliche Mannigfaltigkeit der Kohlenwasserstoffverbindungen erhalten? — Nicht wegen zu starker (schwacher) Lichtbrechung wird in kurz- (weit-)sichtigen Augen das aus normaler Schweite kommende Licht vor (hinter) der Netzhaut vereinigt, sondern (wie Donders zuerst nachgewiesen) wegen zu langer (kurzer) Achse des Augapfels. — Dafs die Methode von Fizeau (verbessert durch Cornu) zur Bestimmung der Geschwindigkeit des Lichtes von jener Foucaults verschieden sei, wird nicht angegeben. Es ist historisch nicht richtig, dafs sich aus diesen Versuchen ergeben habe, das Licht der irdischen Lichtquellen pflanze sich mit derselben Geschwindigkeit fort wie jenes der Himmelskörper. Man hat im Gegenteil für irdische Lichtquellen eine etwas kleinere Geschwindigkeit erhalten und daraus geschlossen, dafs man bei der Berechnung der Geschwindigkeit des Lichtes der Himmelskörper die Entfernung der Erde von der Sonne zu groß angenommen habe; erst seitdem diese Distanz durch die Beobachtungen der Venusvorübergänge 1874 und 1882 genauer bekannt geworden ist, sind die Differenzen in den Berechnungen der Lichtgeschwindigkeit für himmlische und irdische Lichtquellen verschwunden. — Die Standfestigkeit wird (S. 25) unrichtig als eine Kraft definiert; eine klare Definition der Schmelzwärme (S. 75) und der Verdampfungswärme (S. 76) suchen wir vergebens.

Das historische Element ist von dem Verfasser soweit berücksichtigt worden, dafs bei vielen Gesetzen die Entdecker, bei vielen Apparaten die Erfinder genannt wurden, meist mit Angabe der Jahreszahl. Kepler lässt der Verfasser um 9 Jahre zu früh sterben (1621 statt 1630). — Die Temperatur des (gesunden) menschlichen Körpers wählte Fahrenheit nicht als zweiten, sondern als dritten Fixpunkt seiner Skala. Fahrenheit hat auch nicht den Fundamentalabstand in 180 Teile geteilt, diese Teilung ist eine rein zufällige, da Fahrenheit den Siedepunkt gar nicht als Fixpunkt seiner Skala gewählt hat. — Die Abhandlung von Celsius (Beobachtungen von zweien beständigen Graden auf einem Thermometer) stammt aus dem Jahre 1742 (nicht 1750). — Der Brief Georg Hartmanns an den Herzog Albrecht von Brandenburg, in welchem er diesem die Inklination der Magnetnadel und einige andere magnetische Erscheinungen berichtet, ist aus dem Jahre 1544 (nicht 1543). — Der Hamburger Alchemist Brand hat nicht den Schwefel entdeckt, sondern den Phosphor. — Der Leidenfrostsche Versuch ist bereits 1732 von Boerhave in seinen Elementa chimiae beschrieben und wahrscheinlich noch früher demonstriert worden (s. diese Zeitschr. VI 97.) — Von Fraunhofer wird S. 3 berichtet, er habe die feinste, künstliche Teilung ausgeführt, indem er 1 mm in 2000 gleiche Teile geteilt habe. Nun teilt aber Perraux mit seiner Teilmaschine 1 mm in 3000 Theile und auf den Nobertschen Platten zur Prüfung der Mikroskope befinden sich 4000 Linien auf 1 mm. — Die S. 130 besprochene Spirale führt nicht von Petřina, sondern von dem Engländer Roget her. — Nicht Alney, sondern Abney ist es gelungen, das ultrarote Gebiet des Spektrums zu photographieren.

Auch Constanten sind an mehreren Stellen unrichtig angegeben worden. So wird für die Berechnung der Fliehkraft am Äquator der Radius des Meridiankreises statt jenes des Äquators angegeben; für die Beschleunigung dieser Fliehkraft wird das Zehnfache des wirklichen Wertes angegeben. — S. 70 finden wir die Bemerkung: „Weingeist wird selbst bei der größten Kälte ($-208^\circ \text{ C}.$) nicht fest“. Hier liegt ein doppelter Irrtum vor. Erstens gefriert Alkohol schon bei $-130,5^\circ \text{ C}.$; zweitens hat Olszewski (in Krakau) schon 1895 die Temperatur von -243° C . erreicht. (Seither vielleicht noch tiefere.) Falsch ist auch der Schmelzpunkt des Schwefels $110^\circ \text{ C}.$ (statt 119,5).

Die Aufgaben sind im großen und ganzen mit Geschick ausgewählt. Doch würden wir, um zeitraubende Rechnungen bei der Prüfung zu vermeiden, raten, für die Constante g den abgerundeten Wert 10 m zu nehmen. Aufgaben, in welchen sich weniger physikalisches Verständnis als rechnerische Gewandtheit zeigen kann (wie S. 22 die Aufgabe, den Schwerpunkt des Kegelstumpfes zu berechnen), wären zu eliminieren. S. 81 finden wir die Aufgabe: „Ein Asteroid von 1000 kg verliert in der Luft

1 Meile von seiner Geschwindigkeit; welche Wärmemenge wird dadurch entwickelt?“ Diese Aufgabe ist kritiklos aus dem Lehrbuch von Reis herübergenommen worden; sie ist unbestimmt, wenn nicht die Geschwindigkeit des Meteors angegeben wird. In correkterer Form finden wir die Aufgabe wieder in Fliedners Aufgaben aus Physik, 8. Auflage XXIV, II. — Die Aufgabe: „Ein Körper von 1926 kg Gewicht soll durch Wärme eine Geschwindigkeit von 10 m erhalten; wie viel Calorien sind dazu nötig?“ ist in dieser Gestalt wohl sehr geeignet, beim Schüler ganz falsche Vorstellungen auftauchen zu lassen.

Recht misslich sind für den Schüler auch die häufigen Widersprüche im Buche. So heißt es S. 2 „Ein luftdicht anschließender Kolben lässt sich nie bis auf den Boden des Cylinders drücken“, hingegen S. 5 „Das Volumen eines Gases kann durch Druck auf einen beliebigen Bruchteil des ursprünglichen Volumens gebracht werden.“ — S. 34 „Eine Anwendung der Schraube ist ferner die Schiffsschraube von Ressel (1823)“, hingegen S. 83 „Das erste Schraubendampfschiff wurde von Ericson und Smith im Jahre 1839 in Amerika gebaut“. Nun ist der erste Schraubendampfer aber von Ressel gebaut worden. 1829 fand die Probefahrt statt, die nach gutem Beginn an einem geringfügigen Umstande scheiterte, worauf leider weitere Versuche aufgegeben wurden. — S. 96 wird gesagt: „Ammoniak ist eine gesättigte Verbindung von H und N ; die Bildung des H_3N erfolgt nie auf direktem Wege aus seinen Bestandteilen¹⁾, sondern nur, wenn dieselben im Entstehungszustande zusammentreffen“. Ja ist denn das nicht direkt? — S. 97 steht: „Von manchen Säuren kommt nur das Anhydrid vor; z. B. die Kohlensäure CO_2 .“ —

Helmholtz hat sich einmal bitter darüber beklagt, dass die Gymnasiasten ein so nachlässiges und schwülstiges Deutsch schrieben, dass er oft gezwungen sei, die Elaborate seiner Schüler förmlich umzuarbeiten, um sie druckreif zu machen. Lebhaft wurde ich an diese Klage durch die Stillblüten im vorliegenden Buche erinnert. Ich führe nur an S. 1 „Begrenzter Stoff wird ein Naturkörper genannt“. — S. 4 „Ein fester Körper ist hinreichend gesperrt, wenn er durch eine Unterstützung von unten gehalten wird“. — S. 9 „Welchen Weg bis dahin hat er zurückgelegt?“ — S. 22 „Der Kegelstumpf kann als Resultierende von dem großen Kegel minus dem kleinen betrachtet werden“. — S. 70 „Außer diesen drei Thermometern (Fahrenheit, Réaumur, Celsius) hat man noch das Maximum- und Minimum-Thermometer und das Fieber-Thermometer“. — S. 72 „Wie viel m beträgt der Längenunterschied einer bei 0° 140 km langen Eisenbahnschiene (Eisenbahnstrecke Wien—Brünn) zwischen -20° und $+30^{\circ}C.$?“ — S. 83 „Bei einer Hochdruckmaschine lässt man den alten Dampf in die Luft strömen“. — S. 74 „Im Papins Topf.“ — S. 18 „beim Poggendorffs Tauchelement“. —

Abscheulich lesen sich auch die geschmacklosen Abbreviaturen, z. B. S. 67 „Wie groß ist die Steigkraft eines mit H_2 -gas gefüllten Ballons? etc.“ — S. 96 „Das NH_3 -gas ist farblos und reizt zu Thränen“. — Wie rasch derartige Unarten von den Schülern copiert werden und wie viel Mühe dazu gehört, ihnen selbe wieder abzugewöhnen, ist sattsam bekannt.

Auch die Fragen sind manchmal incorrekt stilisiert, so S. 20 „Drei Kräfte haben einen und denselben Angriffspunkt; wann halten sie einander das Gleichgewicht?“ — Die Fragen S. 114 „Was ist über die atmosphärische Elektrizität bekannt?“ und S. 133 „Was ist über Thermoelektrizität bekannt?“ dürften wohl kaum erschöpfend beantwortet werden können. Manche Fragen sind zu weit gefasst. S. 2 „Welche Eigenschaften kommen allen Substanzen zu?“ Denn es handelt sich ja nicht bloß um eine Aufzählung der allgemeinen Eigenschaften der Körper, sondern um die Besprechung jeder einzelnen derselben. — S. 73 „Wie lauten die Gesetze bei der Veränderung des Aggregatzustandes der Körper durch die Wärme?“ (auch schlecht stilisiert). — S. 192 „Wie erklärt man die verschiedenen optischen Erscheinungen in der Atmosphäre?“ Jede einzelne dieser Erscheinungen kann zum Gegenstande einer besonderen Frage gemacht werden.

Vermisst hat Referent eine Frage über die verschiedenen Arten der Elasticität und der Festigkeit, über die Bestimmung des Elasticitätsmodulus, über die Barometer, über die Bestimmung des Molekulargewichtes und des Atomgewichtes, über das Gesetz von Dulong und Petit, über die Gesetze der Stromverzweigung und die Wheatstonesche Brücke, über Elektrolyse und Galvanoplastik, über Joules Gesetz, über die Bestimmung der Horizontalkomponente des Erdmagnetismus. Befremdet hat ihn der Ausschluss aller auf mathematische Geographie und Astronomie bezüglichen Fragen.

Erforderlich wäre im Interesse der Schüler zur raschen Orientierung ein Verzeichnis der Fragen zu Anfang des Buches und ein vollständiges Sach- und Personenregister am Schlusse. Die Ausstattung des Buches ist vorzüglich.

Haas (Wien).

¹⁾ Die Bildung von Ammoniak erfolgt nach Donkin (*Proc. Roy. Soc. XXI. 281*) auch direkt, wenn man die dunkle elektrische Entladung durch ein Gemisch von Stickstoff und Wasserstoff gehen lässt.

Theorie und Praxis der analytischen Elektrolyse der Metalle. Von Bernhard Neumann.
Halle a. S. 1897. W. Knapp. 216 S. 8°.

Die elektrolytische Ausscheidung und Trennung der Metalle wird bekanntlich vorzugsweise in technischen Laboratorien ausgeführt, in denen täglich eine gröfsere Anzahl von Bestimmungen vorgenommen werden muss. Diese technisch somit außerordentlich wichtige Methode, welche wegen der Einfachheit der notwendigen Manipulationen und der relativen Schnelligkeit der Ausführung vielfach die bisher üblichen analytischen Methoden verdrängt hat, auf Grund der elektrolytischen Dissociationstheorie wissenschaftlich zu begründen und den zahlreichen einzelnen vorhandenen Vorschriften eine einheitliche Grundlage zu geben, ist der Hauptzweck des vorliegenden Buches. Der Verf. benutzt dabei vorzugsweise die Untersuchungen von Freudenberg aus dem Jahre 1893 über die Bedeutung der elektromotorischen Kraft für die Metalltrennungen und den von Le Blanc gelegentlich seiner Untersuchungen über die galvanische Polarisation eingeführten Begriff der Haftintensität. Ein nicht geringer Teil des Buches ist deshalb der Entwicklung der Arrheniusschen Theorie und der Darlegung derjenigen Begriffe gewidmet, welche für das Verständnis dieser Theorie erforderlich sind. Der Verf. hat sich dabei einer möglichst grofsen Kürze befleissigt, ohne die Klarheit der Darstellung zu beeinträchtigen. Nur an manchen Stellen, wie z. B. bei der Entwicklung des wichtigen Begriffs der molekularen Leitfähigkeit (S. 20), hätte die Darstellung vielleicht durch Einführung bestimmter Zahlenangaben an anschaulichkeit gewonnen. Als gut gelungen muss namentlich das Kapitel über die Vorgänge bei der Elektrolyse bezeichnet werden, welches unter Zugrundelegung der elektrolytischen Dissociationstheorie mit besonderer Rücksicht auf den Hauptinhalt des Buches abgefasst ist. Dasselbe gilt auch von den später folgenden Abschnitten über die Nernstsche Theorie des galvanischen Elementes und die noch immer strittige Theorie über die Vorgänge im Akkumulator. Störend sind die Druckfehler auf S. 23, Z. 17 v. u. der statt die, sowie S. 26, Z. 9 v. u. Kupfersulfat statt Kupfer. Die Schreibweise polimerisiert findet sich auf S. 30 zweimal nach einander. Die eben-dasselbst gegebene Erklärung der Bildung der Überschwefelsäure weicht von der gewöhnlichen, insbesondere auch von Elbs gemachten Annahme ab, nach welcher diese Verbindung durch den Zusammentritt der Ionen $\text{SO}_4^{\text{2-}}$ entsteht. — Der 2. Abschnitt des Buches handelt von der Stromerzeugung, Strommessung und Stromregulierung, der dritte, etwa 120 Seiten umfassende, von der Abscheidung und Trennung der Metalle mittelst des elektrischen Stromes. Aus den überaus zahlreichen in der Litteratur zerstreuten Angaben hat der Verf. hierbei diejenigen Methoden ausgewählt, von deren Brauchbarkeit er sich überzeugt und an deren Verbesserung er teilweise mitgearbeitet hat. In dem Streben nach möglichster Vollkommenheit hat der Verf. dabei auch die Fällung und Trennung solcher Metalle aufgenommen, für welche er unlängst in einer Reihe von Aufsätzen (*Z. f. Elektrochemie*, 2, 1895) hervorgehoben hat, dass dieselben besser mittelst der bisherigen analytischen Methoden bestimmt werden; indes finden sich bei den betreffenden Metallen die entsprechenden Hinweise (vgl. z. B. Eisen, Mangan, Wismut). Eine stattliche Zahl von Übungsbeispielen, zumeist Analysen von Metallegierungen und Hüttenprodukten, geben Gelegenheit, die angegebenen Methoden praktisch zu erproben und zu verwenden. Zahlreiche Litteraturangaben erhöhen Brauchbarkeit und Wert des Buches.

Böttger.

Elektrochemische Übungsaufgaben. Für das Praktikum sowie zum Selbstunterricht. Von Felix Oettel. Mit 20 Holzschnitten im Text. Halle a. S. 1897. W. Knapp 53 S. 8°.

Während an Werken, welche die heutigen Ansichten über die elektrochemischen Vorgänge in geringerer oder gröfserer Ausführlichkeit, in mehr elementarer Weise oder unter Anwendung eines umfangreichen mathematischen Apparates behandeln, kein Mangel ist, fehlt es an Büchern, welche auf dem umgekehrten Wege an der Hand des Versuches in das Verständnis der elektrolytischen Vorgänge einführen und damit gleichzeitig eine Anleitung zur Ausführung messender elektrochemischer Versuche enthalten. Diese Lücke zum grofsen Teil auszufüllen, ist das vorliegende Buch bestimmt, das aus einem elektrochemischen Praktikum hervorgegangen ist, welches der auf elektrochemischem Gebiet wohlbekannte Verfasser am Polytechnikum in Zürich abhielt. Bei der von Tag zu Tag wachsenden Bedeutung der Elektrochemie ist das Erscheinen des Buches mit Freude zu begrüßen. Es enthält in den ersten Kapiteln die für elektrochemische Untersuchungen vorbereitenden Operationen (Prüfung von Volt- und Ampéremeter, Erweiterung ihres Messbereiches durch Vorschaltwiderstände, Aichung eines Galvanometers als Volt- oder als Amperemeter, Methode zur Einstellung bestimmter Stromstärken und Spannungen u. a.) und bringt dann eine Anzahl von Übungsaufgaben zumeist aus der anorganischen Chemie, an denen gezeigt wird, wie derartige elektrochemische Versuche auszuführen und in ihrem Verlaufe messend zu verfolgen sind. Die Versuche sind überall so ausführlich geschildert, dass sie auch ohne die Unterstützung des Lehrers ausgeführt werden können; manche der-

selben, wie die Darstellung von Magnesium, die Elektrolyse von Kochsalzlösung unter Anwendung einer Quecksilberkathode zur Gewinnung von Natronlauge nach dem Castnerschen Verfahren oder die Darstellung von Kaliumchlorat auf elektrolytischem Wege aus Kaliumchlorid u. a. können direkt oder nach dem Anbringen geringfügiger Abänderungen als Vorlesungsversuche benutzt werden. *Böttger.*

Monographieen aus der Geschichte der Chemie. Herausgegeben von Dr. Georg W. A. Kahlbaum, Prof. a. d. Univ. Basel. 1. Heft. Leipzig, J. A. Barth, 1897. XI und 211 S. M. 4,00; geb. M. 5,30.

Das erste Heft dieser neuen litterarischen Erscheinung enthält zwei Abhandlungen: „Die Einführung der Lavoisierschen Theorie im besonderen in Deutschland“ (S. 1—149) und die kleinere: „Über den Anteil Lavoisiers an der Feststellung der das Wasser zusammensetzenden Gase“ (S. 150—166) von Georg W. A. Kahlbaum und August Hoffmann. Die „Monographieen“ wollen eine Art Sammelstelle für chemisch-historische Studien sein, für deren Wert beiläufig ein Wort aus Machs Prinzipien der Wärmelehre — „Historische Studien gehören sehr wesentlich mit zur wissenschaftlichen Erziehung“ — als Motto angeführt wird, und die sonst nur unvollkommen in Berichten und Mitteilungen der naturwissenschaftlichen Gesellschaften oder, wenn zu umfangreich, überhaupt schwer Aufnahme finden. Die im vorliegenden Heft niedergelegte Arbeit kennzeichnet sich durchaus als Quellenforschung (das angehängte Litteraturverzeichnis umfasst nicht weniger als 37 Seiten) und giebt in aufserordentlicher Gründlichkeit ein Gesamtbild des hochwogenden Kampfes der Meinungen jener denkwürdigen Zeit. Indem sie sich gleichweit vom Verkleinerungsstreben wie von der dem Deutschen besonders geläufigen überschwänglichen Einschätzung fremden Verdienstes fernhält, sucht sie die Wahrheit unparteiisch abzuwägen und korrigiert demzufolge die hauptsächlich durch Kopps geschichtliche Darstellungen in Deutschland verbreiteten Ansichten in nicht unwesentlichen Punkten. Da eine kurze Darstellung der Zeit, aus der heraus die moderne Chemie geboren wurde, auch im Schulunterricht eine Stätte finden muss, so sei um so mehr die vorliegende gediegene Arbeit aufs angelegenlichste empfohlen. *O. Ohmann.*

Programm-Abhandlungen.

Organische Chemie in der Prima der Oberrealschule. Von Dr. EMIL LÖWENHARDT. Städtische Oberrealschule zu Halle a. S. Ostern 1896. Pr. Nr. 277. 16 S.

Die Abhandlung ist ein sehr beachtenswerter Versuch, den Stoff für den einjährigen Kursus des Unterrichts in der organischen Chemie so auszuwählen, dass in der kurzen Zeit diejenigen Verbindungen, welche einerseits für die organische Natur und andererseits für das gewerbliche und wirtschaftliche Leben von hervorragender Bedeutung sind, auf experimenteller Grundlage behandelt werden können.

Der gebotene Stoff gliedert sich in die 19 Abschnitte: Allgemeine Begriffe, Feste Kohlenwasserstoffe, Alkohole der Paraffinreihe, Gärung, Fettsäuren, Andere Säuren, Eigentliche Äther, Zusammengesetzte Äther, Fette und Seifen, Aldehyde, Kohlehydrate, Stickstoff- und Cyanverbindungen, Aromatische Kohlenwasserstoffe, Phenole, Aromatische Alkohole nebst Aldehyden und Säuren, Aromatische Stickstoffverbindungen, Farbstoffe, Ätherische Öle, Eiweißkörper. Der Umfang des Gebotenen ist selbst für eine Oberrealschule immerhin reichlich bemessen, so dass es eher geboten erscheint, zu kürzen als noch Neues hinzuzufügen.

Den eigentlichen Wert des vorliegenden Lehrgangs machen die vielen handlichen und leicht zu übersehenden Versuche aus, welche der Verfasser in übergroßer Fülle für jeden einzelnen Abschnitt zusammengestellt hat. Es sind bislang nicht allzuviiele brauchbare Schulbücher für Chemie vorhanden, welche speziell die organische Chemie vom heutigen Standpunkte der Wissenschaft aus auf Grund guter Versuche behandeln. Es wäre deshalb zu wünschen, dass der Verfasser den jetzt nur in gedrängter Kürze vorliegenden Lehrgang an der Hand seiner Erfahrungen zu einem für weitere Kreise brauchbaren Schulbuche vervollständigte.

Wilhelm Levin, Braunschweig.

Versammlungen und Vereine.

Verein zur Förderung des physikalischen Unterrichts in Berlin.

Sitzung am 6. Sept. 1897. Herr B. Schwalbe führte eine grosse Reihe geologischer Versuche vor (d. Zeitschr. X 65 u. 217). Er zeigte eine von der bayerischen Glühlampenfabrik zu München zusammengestellte Sammlung, die die Herstellung der elektrischen Glühlampen veranschaulicht, ferner aus phosphorsaurem Kalk elektrolytisch dargestellten Phosphor, mit Balmainscher Leuchtfarbe (zu beziehen von Wirth & Co., Frankfurt a. M.) getränkte Papiere und den Weberschen Raumwinkelmesser. Er

empfahl für Überschmelzungsversuche Salol und Natrium chloricum. — Herr H. Böttger zeigte die neue elektrische Einrichtung des chemischen Kabinetts des Dorotheenstädtischen Realgymnasiums. Den Starkstrom benutzte er zur Zersetzung von Ammoniak und zur Darstellung von Ätznatron aus einer Kochsalzlösung.

Sitzung am 18. Okt. 1897. Herr E. Ernecke (als Gast) führte mittels neuer Apparate die bekannten Hertzschen Versuche vor. Als Erreger benutzte er die von Marconi abgeänderte Righische Vorrichtung und als Empfänger die Marconische Form des Kohärers. Statt eines Gitters verwandte er ein mit Stanniolstreifen beklebtes Holzbrett. Er führte ferner die Marconischen Versuche über Telegraphie ohne Draht vor, wobei er nach dem Vorgange von Dr. Spies den Lokalstrom des Empfängers unter Ruhestrom gesetzt hatte. Vgl. d. Zeitschr. X 327.

Sitzung am 1. Nov. 1897. Herr P. Szymański zeigte und erläuterte die von Keiser & Schmidt nach seinen Angaben hergestellten Vorrichtungen zur Ausführung der Hertzschen und Marconischen Versuche. Vgl. d. Zeitschr. X 327. — Herr R. Heyne berichtet über Verhandlungen wegen der Veranstaltung von Ferienkursen in der Elektrotechnik und der Landmessung. Nach längeren Erörterungen wird der Vorstand beauftragt, in dieser Sache eine Eingabe an den Magistrat von Berlin zu machen.

Sitzung am 15. Nov. 1897. Herr O. Ohmann führte eine Reihe chemischer Schul-Versuche zur Untersuchung der atmosphärischen Luft vor (d. Zeitschr. X 169) und erörterte im allgemeinen den Lehrgang bei der chemischen Untersuchung der Luft. — Nach dem Vorgang von Fromme zeigte er ferner die Änderung der elektrischen Leitfähigkeit von Eisenfeilspänen unter Einwirkung der Funken einer Influenzmaschine (d. Zeitschr. X 105). Mittels des Funkens der Leydener Flasche entzündete er Äther und Eisenpulver. Mit einem galvanischen Strom brachte er das an einer magnetisch gemachten Feile haftende Gemenge von Eisenpulver und chlorsaurem Kalium zur Entzündung.

Sitzung am 29. Nov. 1897. Der Verein besichtigte die optische und mechanische Werkstatt von Hans Heele (Berlin O., Grüner Weg 104). Dieser zeigte verschiedene Spektrometer, Fernröhre, Photometer, Schwungmaschinen, Manometer, eine astronomische Uhr mit Nickelstahlpendel, und erläuterte dann ausführlich die Herstellung von Linsen und Prismen.

Sitzung am 13. Dezember 1897. Herr W. Niehls sprach über das Verarbeiten harter und weicher Gläser. Er schmolz weiches Glas und Glas von nahezu derselben Härte, weiches und hartes und weiches und ganz hartes Glas zusammen und zeigte, dass im ersten Falle keine, im zweiten eine undeutliche und im dritten eine scharfe Kante sich bildete, und dass nur zwischen Gläsern von nahezu gleicher Härte eine dauerhafte Verbindung herstellbar ist. Um die Härte der verschiedenen Glassorten, d. h. ihre Schmelzbarkeit vor der Gebläselampe, feststellen zu können, hat Herr Niehls mit Hilfe der technischen Reichsanstalt eine Härteskale hergestellt. Derselbe zeigte ferner unter Erläuterung der Herstellung verschiedene hochgradige Quecksilberthermometer bis + 550° C. und Aräometer für Akkumulatoren und besprach die verschiedenen Verfahren, Glas zu schneiden und zu sprengen (vgl. Mitteilungen aus Werkstätten, S. 103).

Sitzung am 17. Januar 1898. Herr R. Heyne berichtete über die Vorschläge, die der Verein dem Magistrat für die Einrichtung der geplanten Lehrkurse in der Elektrotechnik und Landmessung eingereicht hat. — Herr A. Stegemann (Berlin S. Oranienstr. No. 151) zeigte mehrere vorzüglich ausgeführte Stativs und Handcameras, Stativs mit verstellbaren Tischen, Sucher, Doppel- und Wechselcassetten. Er beschrieb Bau und Handhabung der Apparate und erläuterte Wert und Leistungen der verschiedenen Verschlüsse und Objektive.

Sitzung am 31. Januar 1898. Herr H. Rubens zeigte zwei Formen der neuen von ihm konstruierten Thermosäulen aus Eisen und Constantan. Der Vortrag wird in dieser Zeitschrift veröffentlicht werden.

Mitteilungen aus Werkstätten.

Schaltbrett zu einem Rheostaten

von Dr. Paul Meyer in Rummelsburg bei Berlin.

Die nebenstehenden beiden Figuren stellen das in dem Aufsatz von Dr. K. Strecker (d. Ztschr. XI 15) erwähnte Schaltbrett zu einem Rheostaten dar, und zwar Fig. 1 den Schnitt durch ein Schaltbrett mit 9 Contakten, Fig. 2 die Ansicht eines Schaltbrettes mit 22 Contakten. Die Befestigung der Kontaktknöpfe in der Schieferplatte ist aus dem Schnitt deutlich zu sehen; die zweite Mutter auf dem Bolzen dient zur Befestigung des Widerstandsrahtes. Die Kurbelachse ist in ähnlicher Weise befestigt, wie die Contakte, ebenso die Anschlagbolzen. Der Kurbelgriff besteht aus Holz, der Kurbel-

arm ist aus Messing gegossen und trägt unterhalb die Contactfedern, die an der Befestigungsstelle mit metallenen Zwischenlagen zu einem massiven Stück verlötet sind; hierdurch wird erzielt, dass

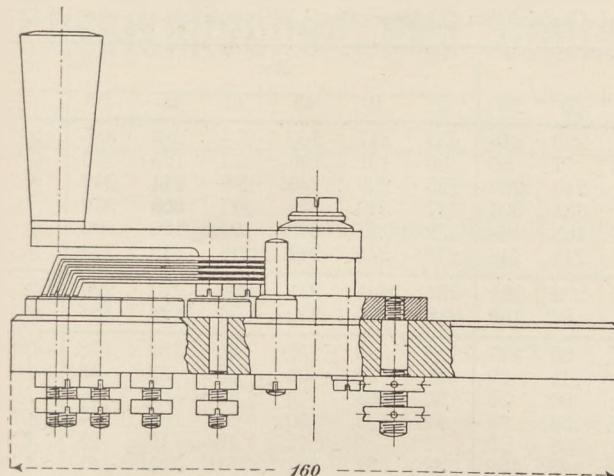


Fig. 1.

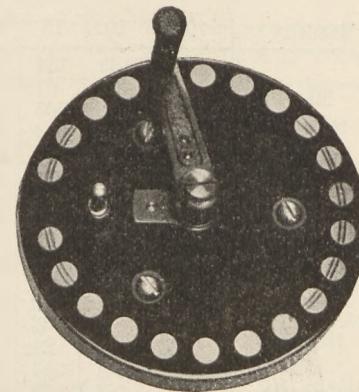


Fig. 2.

jede Feder für sich aufliegt; man sieht in der Ansicht Fig. 2 die Spuren der zwei Contactfedern. Das Schaltbrett wird mit Schrauben auf dem Rheostatengestell befestigt.

Die Preise für die Schaltbretter wie für die einzelnen Teile sind a. a. O. mitgeteilt.

Quecksilber-Thermometer bis +550° C. Von W. Niehls in Berlin N., Schönhauser Allee 168a. Der Siedepunkt des Quecksilbers ist bei diesen Thermometern dadurch erhöht, dass der Raum über dem Quecksilber mit comprimierter Kohlensäure gefüllt ist. Die Skala ist nach einem gesetzlich geschützten Verfahren eingearbeitet. Das Glas der Thermometerröhren ist Borosilikatglas von Dr. Schott in Jena, da andere, weichere Glassorten dem im Thermometer herrschenden Druck nachgeben würden. Der Preis ist verschieden je nach der grösseren oder geringeren Exaktheit der Skalenteilung, bei Teilung von 5 zu 5° M. 12, ebenso mit Hälftensteilung bei 0° M. 15, bei Teilung in $\frac{1}{10}$ Grad nebst Hälftensteilung bei 0° und Fehlerverzeichnis der physikalisch-technischen Reichsanstalt M. 30—40.

Außerdem werden Stabthermometer aus Jenaer Normalglas, mit der Schraubenteilmaschine in $\frac{1}{10}$ Grad geteilt, hergestellt, von 0 bis 100° für M. 5, von 0 bis 250° für M. 6, von 0 bis 360° für M. 7,50, von 0 bis 400° für M. 10. Die letzten beiden Sorten sind oberhalb des Quecksilbers mit comprimierter Kohlensäure gefüllt.

Härteskala für Glas. Von W. Niehls in Berlin N., Schönhauser Alle 168a. Unter Härte eines Glases verstehen die Glasbläser den Grad seiner Schmelzbarkeit vor der Gebläselampe. Verschmilzt man die Enden zweier Stäbe aus verschiedenen Glassorten und zieht sie dann langsam von einander, so bleibt an dem härteren Glase eine deutlich sichtbare Kante stehen, während das weichere einen Faden bildet. Nur bei ganz gleicher Härte werden beide Enden gleichmäßig ausgezogen, ohne dass eine Abgrenzung entsteht. Auf Grund dieser Beobachtung hat W. Niehls eine Skala zusammengestellt, die 8 Grade umfasst. Es folgen aufeinander: Französisches Krystallglas (stark bleihaltig), weiches thüringer (aus Lauscha), härteres thüringer Glas, Jenaer Normalthermometerglas XVIII von Schott u. Gen., französisches Krystallglas (Thermometerglas von Tonnello), Borosilikat-Thermometerglas 59 III, alkalifreies Thermometerglas 122 III (beide von Schott u. Gen.), endlich böhmisches Krystallglas von Cavalier (für Verbrennungsrohren benutzt). Die Proben sind in Form kleiner Stäbchen in einem Kästchen zusammengelegt, je zwei aufeinanderfolgende Sorten sind mit einander verschmolzen, außerdem ist von jeder Sorte eine Anzahl Probestäbchen für den Gebrauch beigegeben. Die Skala ist für Glashütten wie für physikalische Laboratorien wichtig, da mit ihrer Hilfe leicht entschieden werden kann, ob zwei zusammenzuschmelzende Glassorten zu einander passen. Der Preis beträgt 7,50 M., das Kästchen eignet sich besonders auch für Schulsammlungen.

Himmelserscheinungen im April und Mai 1898.

© Mond, ♀ Merkur, ♀ Venus, ♂ Erde, ☐ Sonne, ♂ Mars,
♃ Jupiter, ♁ Saturn. — ♂ Conjunktion, ☐ Quadratur, ♀ Opposition.

Monatstag	April						Mai						♀
	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	
Heliocentriche Längen.	112°	139	164	184	202	218	233	247	260	274	289	305	♀
	45	53	61	69	77	85	93	101	109	117	125	133	♀
	196	201	205	210	215	220	225	230	235	239	244	249	♂
	318	321	324	328	331	334	337	340	344	347	350	353	♂
	186	187	187	187	188	188	188	189	189	190	190	190	♀
Anfst. Knoten. Mittl. Länge.	247	247	248	248	248	248	248	248	249	249	249	249	♀
	293	293	292	292	292	291	291	291	291	290	290	290	©
Geocentriche Rektascensionen.	176	246	321	21	85	147	210	289	355	55	120	178	©
	31	37	40	42	41	39	36	35	34	36	39	43	♀
	26	32	38	44	50	56	63	69	76	82	89	96	♀
	14	19	24	28	33	38	42	47	52	57	62	67	○
	344	347	351	355	358	2	5	9	12	16	19	23	♂
Deklinationen.	184	184	183	183	182	182	182	181	181	181	181	181	♀
	251	251	251	250	250	250	249	249	249	248	248	248	♀
Geo- centrische Dekli- nationen.	— 3	— 25	— 13	+ 14	+ 26	+ 10	— 17	— 22	+ 3	+ 24	+ 20	— 4	©
	+ 15	+ 17	+ 19	+ 19	+ 18	+ 16	+ 14	+ 12	+ 11	+ 11	+ 11	+ 13	♀
	+ 10	+ 12	+ 15	+ 17	+ 18	+ 20	+ 22	+ 23	+ 24	+ 24	+ 25	+ 25	♀
	+ 6	+ 8	+ 10	+ 12	+ 13	+ 15	+ 16	+ 18	+ 19	+ 20	+ 21	+ 22	○
	— 8	— 7	— 5	— 4	— 2	— 1	+ 1	+ 2	+ 4	+ 5	+ 7	+ 8	♂
Aufgang.	— 0	+ 0	+ 0	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	♀
	— 20	— 20	— 20	— 20	— 20	— 20	— 20	— 20	— 20	— 20	— 20	— 20	♀
Untergang.	17 ^h 25 ^m	17.13	17.2	16.51	16.41	16.31	16.21	16.12	16.4	15.57	15.51	15.46	○
	5 ^h 21 ^m	12.21	15.11	16.28	19.41	0.23	7.9	12.34	14.1	15.55	20.55	1.51	©
Zeitglchg.	+ 2m 41s	+ 1.16	— 0.2	— 1.10	— 2.8	— 2.54	— 3.27	— 3.47	— 3.51	— 3.41	— 3.18	— 2.42	○

Daten für die Mondbewegung (in mitteleuropäischer Zeit):

April	6	10 ^h 20 ^m	Vollmond	Mai	5	19 ^h 34 ^m	Vollmond
	9	11	Mond in Erdnähe		7	10	Mond in Erdnähe
	13	3 28	Letztes Viertel		12	10 36	Letztes Viertel
	20	11 21	Neumond		20	1 58	Neumond
	25	8	Mond in Erdferne		22	22	Mond in Erdferne
	28	15 5	Erstes Viertel		28	6 14	Erstes Viertel
Aufgang der Planeten.		April 15	♀ 17 ^h 18 ^m	♀ 17.34	♂ 16.11	♃ 4.35	♁ 11.0
		Mai 16	15.41	17.6	14.49	2.18	8.49
Untergang der Planeten.		April 15	8.58	8.20	3.25	16.45	19.17
		Mai 16	5.41	9.56	3.41	14.38	17.10

Constellationen. April 5 17^h 4^m ♂ ☽; 10 6^h ♀ ♂ ☽; 10 14^h ♀ in größter östlicher Ausweichung; 17 15^h ♂ ☽ ☽; 21 16^h ♀ ♂ ☽; 22 1^h ♂ ☽ ☽; 30 10^h ♂ im Perihel. — Mai 2 22^h ♀ ♂ ☽; 7 13^h ♀ ☽ ☽; 13 6^h ♀ im Aphel; 16 14^h ♂ ☽ ☽; 18 10^h ♀ ♂ ☽; 22 5^h Uranus ♀ ☽ (R.A. 239° 5', Decl. —20° 3' für den Planeten); 22 7^h ♀ ♂ ☽, Bedeckung; 27 16^h ♀ stationär; 27 23^h ♀ im Perihel; 28 6^h ♀ in größter östlicher Ausweichung; 29 23^h ♀ ☽ ☽; 30 6^h ♀ ♂ ☽.

Jupitermonde. April: 1 15^h 59^m I. A.; 3 10^h 27^m I. A.; 5 7^h 34^m II. A.; 10 12^h 21^m I. A.; 12 10^h 11^m II. A.; 17 14^h 15^m I. A.; 19 8^h 44^m I. A.; 19 12^h 47^m II. A.; 26 10^h 38^m I. A.; 26 15^h 24^m II. A. — Mai 2 9^h 16^m III. A.; 3 12^h 32^m I. A.; 9 10^h 45^m III. E., 13^h 13^m A.; 12 8^h 55^m I. A.; 14 9^h 56^m II. A.; 19 10^h 50^m I. A.; 21 12^h 33^m II. A.; 26 12^h 44^m I. A.

Veränderliche Sterne. Algols-Minima sind nicht sichtbar, da sich der Stern mit der Sonne in Conjunktion befindet. — Dagegen sind β und R Lyrae kaum in einem Monate so gut zu beobachten, wie bei einigermaßen guter Luft im April. Im Mai stört die Mitternachtsdämmerung die Beobachtungen der Veränderlichen mehr und mehr.

Die Sternschnuppen der April-Periode (18.—23.) werden gut sichtbar sein, da am 20. Neumond ist.

J. Plaßmann, Warendorf.

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.