

Unipolarinduktion.

Von

W. Weiler in Esslingen.

Der Name „Unipolarinduktion“ besagt, dass durch einen einzigen Pol eine elektromotorische Kraft (E. M. K.) erregt wird. In der Theorie hat allerdings jeder Magnet mit Enden stets zwei Pole; allein in der Praxis kann man bei einem hinreichend langen Magnetstab wohl von einem Magnetpol sprechen.

Eine E. M. K. wird in einem Leiter durch einen Magneten induciert, wenn, nach der heutigen Sprechweise, der Leiter die von dem Magneten ausgehenden Kraftlinien schneidet, wobei es einerlei ist, ob der Leiter oder der Magnet bewegt wird.

In Fig. 1 sei N ein Nordpol, die mit Pfeilen versehenen Linien sollen die von diesem Pol ausstrahlenden Kraftlinien darstellen, von denen jede den Wert einer Einheitslinie besitzt, wenn sie mit der Kraft einer Dyne (ungefähr gleich dem Druck von 1 mg) wirkt, und L sei der Leiter (ein starker Kupferdraht), der sich um die Axe A in der Richtung des beigezeichneten Pfeiles dreht. So oft also L bei einer Umdrehung durch diese magnetischen Linien an N vorbeiroht, entsteht in ihm ein elektrischer Strom, der durch eine Schleiffeder von der Axe und durch eine zweite von dem dem Leiter angefügten Kreisbogen abgenommen und durch einen Leitungsdraht geschlossen wird. Die Richtung dieses Stromes wird bestimmt durch die Regel: Halte die rechte (innere) Handfläche so gegen die Kraftlinien, dass sie senkrecht darein eindringen, den Daumen in die Richtung der Bewegung und senkrecht zur Richtung der Kraftlinien; der ausgestreckte Zeigefinger weist dann in die Richtung des (positiven) Stromes. Bei Unipolarinduktion schneidet also der Leiter die Kraftlinien während jeder Umdrehung nur einmal; dies ist das kennzeichnende Merkmal.

Ist dies festgestellt, so muss Unipolarinduktion auch dann noch stattfinden, wenn, wie in Fig. 2, der Leiter L zwischen den beiden Polen eines Magneten

um eine zu den Kraftlinien parallele Axe rotiert; denn er schneidet auch in diesem Falle die von N nach S verlaufenden Kraftlinien bei jeder vollen Umdrehung nur einmal. Aus dieser stets gleichen Richtung der Rotation und der Kraftlinien folgt

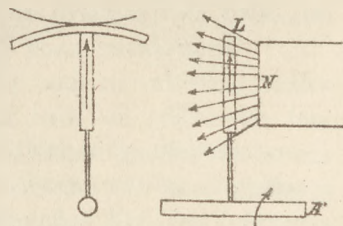


Fig. 1.

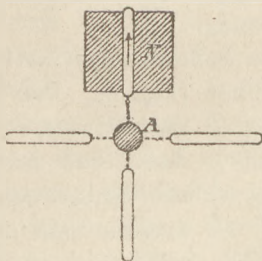


Fig. 2a.

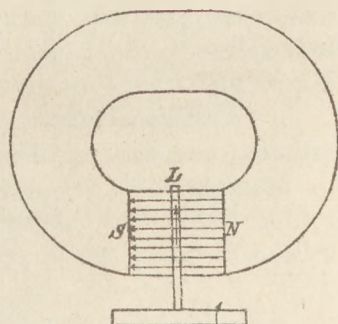


Fig. 2.

von selbst, dass die Unipolarinduktion ihrem Wesen nach Ströme von gleicher Richtung oder Gleichströme liefert.

In Fig. 3 haben die Kraftlinien denselben Verlauf wie in Fig. 2, allein der auf der Papierebene senkrecht stehende Leiter L dreht sich um eine Axe A , die

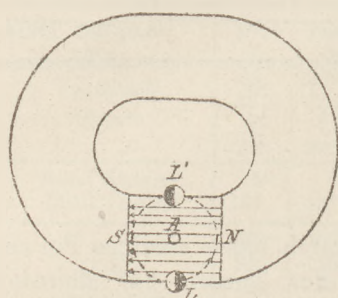


Fig. 3.

zur Richtung der Kraftlinien senkrecht steht. Rotiert nun L im Sinne des Pfeiles, so treten die Kraftlinien in die rechte, schattierte Seite ein. Der inducierte Strom verläuft also während der Rotation des Leiters an N vorbei bis L' von hinten nach vorn oder von unten nach oben; nach dieser halben Umdrehung dringen während der Bewegung von L' an S vorbei bis L die Kraftlinien zur früheren linken, hellgelassenen Hälfte des Leiters ein und der Strom fließt von oben nach unten oder von vorn nach hinten; der Strom ist somit

ein Wechselstrom und die Induktion heisst eine bipolare oder doppelpolige, aber nicht darum, weil zwei zusammengehörige Pole vorhanden sind, sondern weil der Leiter während einer Rotation die Kraftlinien zweimal schneidet und diese zweimal, von beiden Seiten her, in ihn eindringen.

Die bipolare Induktion erzeugt also ihrem Wesen nach Wechselströme und dennoch beruhen nicht nur die meisten Wechselstrommaschinen, sondern sogar die Gleichstrommaschinen auf der bipolaren Induktion; warum das letztere der Fall ist, wird sich sogleich ergeben.

Bringt man nach Fig. 2a mehrere, von einander isolierte Leiter auf derselben Axe an, so dass jeder die Kraftlinien während einer Umdrehung nur einmal schneidet, so wird in jedem dieselbe E. M. K. induciert; aber eine Hintereinanderschaltung derselben und damit eine Steigerung der Spannung ist nicht möglich, weil die Rückleitung (Fig. 6) die Kraftlinien in entgegengesetztem Sinne schneiden und die Induktion aufheben würde; dagegen wird die Strommenge vermehrt. Selbst mit einer sehr hohen Tourenzahl ist man nicht über wenige Volt hinausgekommen. Denkt man sich die Zahl dieser Leiter stetig vergrößert, so erhält man die Scheibe FARADAYS. Diese Kupferscheibe rotiert mittels Kurbel zwischen den Polen eines kräftigen Stahlmagneten, und zwei Schleiffedern nehmen den Strom vom Rand und von der Axe ab.

Rotiert eine solche Scheibe von reinem, also gut leitendem Kupfer zwischen den Polen eines sehr starken Elektromagneten sehr rasch, so vermögen die in ihr inducierten Wirbelströme infolge ihrer bedeutenden Elektrizitätsmenge die Scheibe bis 80 und 90° C. zu erwärmen.

Wir lassen nun diese Scheibe nicht zwischen den Polen eines Magneten rotieren, sondern vor denselben (Fig. 4). Die vom Nordpol ausgehenden Kraft-

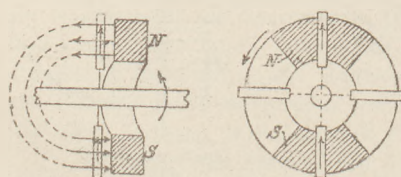


Fig. 4.

linien dringen durch sie wie durch die Luft hindurch und durchschneiden sie in ihrem Verlauf zum Südpol zum zweiten Mal, aber jetzt von der anderen Seite her, derselbe Durchmesser wird also während einer Umdrehung zweimal geschnitten; die Induktion ist eine bipolare und die Richtungsregel ergibt, dass die in beiden entgegengesetzten Radien inducierten Ströme die selbe Richtung besitzen und sich addieren (Schaltung auf Menge beim Ring- und Trommelanker).

In die Nute der kreisförmigen Eisenscheibe (Fig. 5) ist isolierter Kupferdraht in vielen Windungen gelegt; der die Spule durchfliessende elektrische Strom magnetisiert die Scheibe so, dass sowohl der äussere als der innere Ring zu Kreismagneten werden. Welche elektromotorischen Kräfte werden in einem Leiter *L* während einer vollen Umdrehung induciert? Ein Vergleich mit Fig. 4 zeigt, dass bipolare Induktion stattfindet und die Richtungsregel ergibt, dass die elektromotorischen Kräfte in zwei entgegengesetzten Radien entgegengesetzte Richtungen haben. Rotiert also ein Leiter von der Länge eines Durchmessers, so müssen sich diese Kräfte aufheben, d. h. die Induktion ist Null. Auch in einer vor den Ringmagneten rotierenden Scheibe aus Eisen oder Kupfer vernichtet die eine Induktion die andere und wenn je ein Strom von Tausendstel von Ampère und Volt entsteht, so ist er der Differenzwirkung der unsymmetrischen Anordnung und ungleichartigen Beschaffenheit der Scheiben zuzuschreiben.

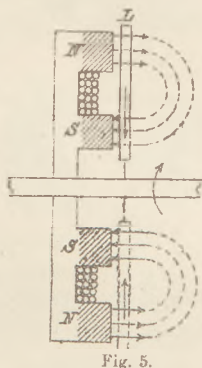


Fig. 5.

Man hat nun schon versucht die E. M. K. der durch Unipolarinduktion erzeugten Ströme dadurch zu erhöhen, dass man eine eiserne Scheibe (Fig. 6 u. 7) zwischen den Polen eines gewöhnlichen Elektromagneten wie den Leiter oder die Scheibe in Fig. 2 rotieren liess, die Scheibe mit isoliertem Draht nach Art des Ringankers umwickelte und die Drahtenden zu Schleifringen führte. Allein die Kraftlinien dringen, wie schon oben berührt, in Fig. 6 beim aufsteigenden Leiter von der Aussenseite, und bei absteigendem von der Innenseite ein; ihre inducierenden Wirkungen müssen sich also nahezu aufheben, oder vielmehr der entstandene, überaus schwache Strom ist das Resultat einer Differenzwirkung, weil zwischen dem auf- und absteigenden Teil des Leiters eine die Kraftlinien schwächende Luftschicht sich befindet und die Luft dem Durchgang der Kraftlinien im allgemeinen einen 800 mal grösseren Widerstand leistet als weiches Eisen. Wollte man dagegen die Scheibe samt Leitern nach Fig. 4 rotieren lassen, so fände bipolare Induktion statt, die alternierende Ströme liefert.

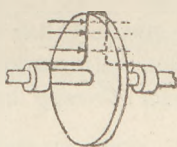


Fig. 6.

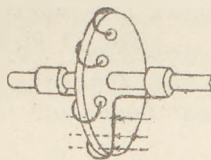


Fig. 7.

Eine andere Anordnung für unipolare Induktion deutet Fig. 8 an. Der Elektromagnet besteht aus zwei concentrischen Ringen wie in Fig. 5, allein der Leiter ist anders gestellt; er rotiert nicht vor, sondern zwischen den Polen, dadurch durchschneidet er kontinuierlich die von *N* nach *S* in derselben Weise verlaufenden Kraftlinien und liefert einen Gleichstrom, dessen Richtung der Pfeil andeutet. Durch Vermehrung der Zahl der Leiter erhält man auch hier nur eine bedeutende Strommenge, aber keine erhöhte Spannung; die Summe aller dieser Leiter könnte durch einen Cylinder ersetzt werden, wie in Fig. 2 durch eine Scheibe.

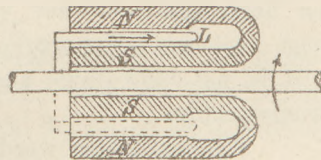
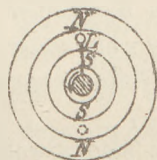


Fig. 8.

Eine Erhöhung der Spannung kann indessen bei Unipolarinduktion doch erzielt werden, aber dann verliert sie ihre Vorzüge, nämlich Gleichstrom ohne Commutator zu liefern.

In Fig. 9 ist der Eisenring wie beim Ringanker mit Spulen umwickelt, in der Figur sind nur zwei diametrale angedeutet. Während aber der eine Magnet-

pol wie in einer gewöhnlichen Dynamomaschine sich ausserhalb des Ringes befindet, ist der andere Pol nach innen gelagert. Die von N ausgehenden Kraftlinien verlaufen im Ringe, der so viel Eisen haben muss, dass er sie alle aufnimmt, und

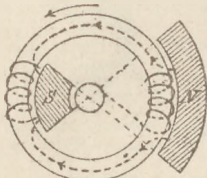


Fig. 9.

schneiden die Spiralen, aber beide von verschiedenen Seiten her; in den direkt unter N befindlichen Windungen wird Strom induciert, die zugehörigen inneren dienen nur als Leiter; eben diese Leiter werden vor S zu Induktoren und die äusseren Windungen zu Leitern; die Maschine erzeugt somit Wechselströme. Wechselströme erhält man aber beim Ringanker durch bipolare Induktion mit weniger schwierigen Konstruktionen; denn, wie Fig. 9 zeigt, kann der Ring- und Cylinderanker, wenn der Südpol des Magneten nach innen gerichtet werden soll, nur an einer Endfläche montiert werden.

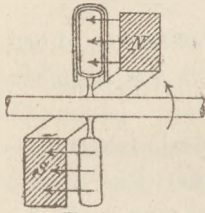


Fig. 10.

Auch für den Flachring muss für Unipolarinduktion dem Elektromagneten eine eigentümliche Form gegeben werden, Fig. 10. Die Kraftlinien dringen von N aus in den aus Bandeisen aufgerollten Anker ein, verlaufen in demselben und gehen von da zum Südpol über; der vom Nordpol abgewendete Teil einer Drahtwindung ist Leiter, wird aber nach einer halben Wendung dem Südpol gegenüber zum Induktor; die Maschine erzeugt somit wieder Wechselströme.

Fig. 11 stellt einen Scheibenanker mit zwei auf Spannung verbundenen Windungen dar. Der rotierende Elektromagnet bedarf zu seiner Erregung nur einer Spule und dieser Vorzug hat bewirkt, dass diese Form der Unipolarinduktion in der Praxis Eingang gefunden hat.

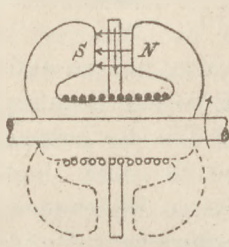


Fig. 11a.

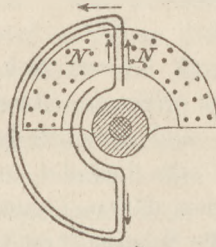


Fig. 11.

Die vom Nordpol ausgehenden Kraftlinien stehen senkrecht zur Papierebene, dringen durch die darüber gehaltene rechte Handfläche, der Daumen zeigt nach links und steht senkrecht zu den Kraftlinien, also weist der Zeigefinger nach der Richtung der Pfeile. Im unteren Zweige des Leiters wird kein Strom induciert, weil er keinem Pol gegenübersteht; rotiert aber der Nordpol unter diesem Zweige vorüber, so wird er zwar von derselben Seite her von Kraftlinien geschnitten, der ausgestreckte Daumen weist aber nach der gegen vorhin entgegengesetzten Bewegungsrichtung und die E. M. K. hat demzufolge auch entgegengesetzte Richtung; die Maschine ist Wechselstrommaschine.

Wechselströme werden also sowohl durch unipolare als bipolare Induktion erzeugt. In Fig. 3 findet bipolare Induktion statt, d. h. die Kraftlinien dringen wechselnd von zwei entgegengesetzten Seiten in den Leiter ein; wird dieser aber auf einen Eisenkern als Schleife gewunden, so bleibt stets der äussere Teil Induktor und der innere Teil stets Leiter und Verbindet der äusseren stromerzeugenden Strecken; in Fig. 9, 10 und 11 dagegen wird eine E. M. K. in den äusseren und inneren Strecken induciert, Induktoren und Leiter wechseln in ihren Funktionen beständig ab. Die bipolare Induktion erzeugt ihrer Natur nach Wechselströme, die der Commutator erst auf künstliche Weise, im Wege der Zwangsvollstreckung in Gleichströme verwandelt, daher auch die Selbstinduktion und das Funken schlagen an den Bürsten; die unipolare Induktion erregt ihrem angeborenen

Wesen nach Gleichströme, vermag aber durch Reihen- oder Serienschaltung ihrer Leiter die in denselben erweckten elektromotorischen Kräfte nicht zu steigern; sie kann dies erst infolge ungewöhnlicher Anordnung der das magnetische Feld darstellenden Elektromagnete und liefert dann ihrer Anlage entgegen Wechselströme.

In keinem der drei angegebenen Ankerarten darf die Grösse der Pole des Elektromagneten eine gewisse Grenze überschreiten. In Fig. 9 und 10 müssen die Enden der Polflächen einen Zwischenraum (Luftraum) zwischen sich lassen, wenn nicht schwächende Differenzwirkung stattfinden soll; würden nämlich *N* und *S* mehr als einen Halbkreis umfassen, also je zwei Kanten übereinander greifen, so würden beide Seiten einer Windung, die innere und äussere zugleich induciert und bei gleicher Stärke der Pole keinen Strom erzeugen oder bei ungleicher Stärke nur einen Differenzstrom. Auch in Fig. 11 darf eine Polfläche die Grösse eines Halbkreises nicht überschreiten, denn in Praxis wird der rotierende Elektromagnet (Fig. 11a) symmetrisch nach beiden Seiten ausgeführt. Während ein Magnet rotiert, behalten die zwischen seinen Polen aus- und eintretenden Kraftlinien ihre gegenseitige Lage unverändert bei, somit auch bei einem Elektromagneten, so lange nämlich der sie erregende Strom in gleicher Stärke durch seine Rollen fliesst; natürlich aber rotieren die Kraftlinien mit dem Magneten: also nicht die Kraftlinien sind es, die rotieren, sondern der Magnet. Man hat diese Vorstellung für das Verständnis aller Induktionserscheinungen festzuhalten. Dagegen können die Kraftlinien von ihren Bahnen abgelenkt werden, Verzerrungen und Streckungen erleiden, je nach der Gestalt, Lagerung und Beschaffenheit des Eisens, das ihnen in den Weg gebracht wird.

Dieser Vor- und Darstellung gemäss untersuchen wir noch die unipolare Induktion in einem graden, um seine eigene Axe rotierenden Magneten (Fig. 12). Wenn man am einen Ende und in seiner Mitte Schleiffedern anbringt, so soll im Verbindungs- und Leitungsdraht ein elektrischer Strom entstehen. Die unter sich feststehenden Kraftlinien können aber keineswegs den Stab selber schneiden, somit ist auch keine Induktion möglich. Auch der Erdmagnetismus kann in ihm keinen Strom inducieren, weil wegen der symmetrischen Lage der Stabhälften die in der niedersteigenden Hälfte inducierte E. M. K. durch die in der aufsteigenden erregte aufgehoben wird. Nun zeigt aber das Experiment dennoch die Entstehung eines Stromes an, der seine Richtung nach der angegebenen Rechten-Hand-Regel hat. Der Leiter *L* kann nämlich eine solche Lage haben, dass die Kraftlinien des rotierenden Magneten ihn schneiden und dass die Anzahl der durch seine Fläche gehenden Kraftlinien sich ändert. Die durch die Masse des Magneten dargestellte Leitung trägt also zur Induktion selbst nichts bei, d. h. die inneren Linien eines Magneten bewirken keine Induktion.

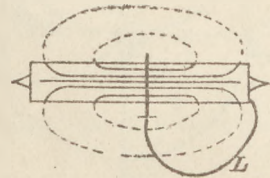


Fig. 12.

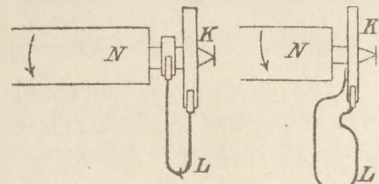


Fig. 13.

Fig. 14.

Legt man (Fig. 13) die Schleiffedern auf die Kupferscheibe *K* und nahe zum Nordpol oder (Fig. 14) auf den äusseren Rand der Kupferscheibe und nahe an die Axe, so wird der Leiter *L* durch die von *N* ausgehenden Kraftlinien wieder geschnitten und der Strom fliesst in der durch die Pfeile angegebenen Richtung.

Wenn man (Fig. 15) zwei Magnetstäbe, die in gerader Linie angeordnet sind und entgegengesetzte Pole einander zuwenden, nach entgegengesetzten Richtungen rotieren lässt, so schneiden die von jedem Pol ausstrahlenden Kraftlinien die Masse des anderen Magneten und diese Masse trägt jetzt zur Induktion selbst bei.



Fig. 15.

Unipolare Gleichstrommaschinen haben konstruiert: SIEMENS und HALSKE, FERRARIS, HUMMEL, UPPENBORN, FORBES und andere; unter den unipolaren Wechselstrommaschinen ist insbesondere diejenige zu nennen, die von MORDEY nach dem Princip der Fig. 11 gebaut ist. Ihre Abbildung und Erklärung findet man in jedem Buche, das von Dynamomaschinen handelt.

Bemerkung. Die Strom induzierenden Kraftlinien sollten Induktionslinien genannt werden; da dies aber gewöhnlich nicht geschieht, so wurde von dieser Unterscheidung Abstand genommen.

Weitere Versuche mit dem Apparat für harmonische Schwingungsbewegungen.¹⁾

Von

J. van Dam in Wageningen (Holland).

Erteilt man der anfangs mit der Scheibe I (Fig. 1) fest verbunden gedachten Scheibe II, nachdem ihre Axe von C nach C₁ versetzt worden ist, im Sinne des Pfeiles, also im negativen Sinne, eine Drehung, die ein wenig grösser (oder kleiner) als das Doppelte der Drehung ist, welche der Scheibe I im positiven Sinne erteilt worden ist, so wird der Punkt M nicht nach E auf der Geraden HH', sondern nach P (oder P') versetzt.

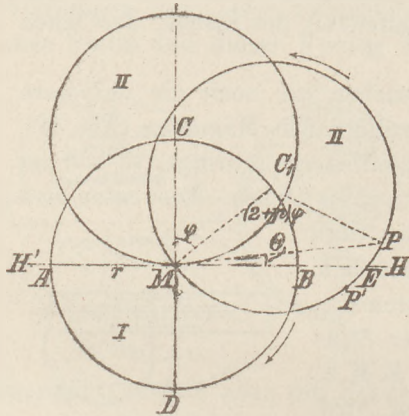


Fig. 1.

Es sei $\angle CMC_1 = \varphi$, $\angle MC_1P = (2 + p)\varphi$, $\angle MC_1P' = (2 - p)\varphi$ und $MC = r$, dann ist der Fahrstrahl MP (oder MP')

$$\rho = 2r \sin(1 \pm \frac{1}{2}p)\varphi \dots 1)$$

und der Winkel Θ , den MP mit HH' bildet:

$$\Theta = \pm \frac{1}{2}p\varphi \dots 2)$$

Daher ist die in Polarcoordinaten ausgedrückte

Gleichung der Curve, die von P (oder P') beschrieben wird, wenn die Winkelgeschwindigkeit der Scheibe II grösser (oder kleiner) ist als die doppelte Winkelgeschwindigkeit der Scheibe I:

$$\rho = 2r \sin \frac{2 \pm p}{p} \Theta \dots 3)$$

Es stellt diese Gleichung die für die Theorie der Drehung der Polarisationssebene des Lichtes wichtige Hypotrochoide dar (Fig. 2), d. h. „die Bahn, welche von einem Punkte in der Ebene eines Kreises beschrieben wird, welcher auf der Innenseite eines zweiten Kreises von mehr oder weniger als doppelt so grossem Durchmesser rollt,

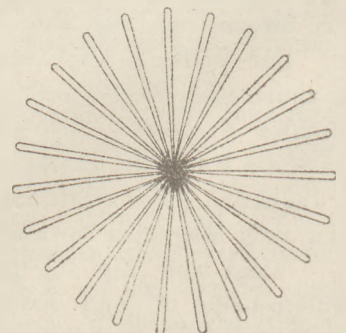


Fig. 2.

¹⁾ Vgl. diese Zeitschr. VII 178.

wenn der die Curve aufzeichnende Punkt durch den Mittelpunkt des festen Kreises geht⁴. (Vgl. THOMSON und TAIT, *Theoretische Physik*, deutsche Übersetzung von H. HELMHOLTZ und G. WERTHEIM.) Man sieht zwar auf den ersten Blick ein, dass unsere Curve diese Hypotrochoïde ist; denn man kann sich vorstellen, dass die mehr oder weniger als doppelt so grosse Winkelgeschwindigkeit der Scheibe II dadurch erteilt wird, dass eine dritte mit ihr fest verbundene Scheibe III oder III' (Fig. 3) längs der Innenseite eines Kreisumfanges IV oder IV' rollt.

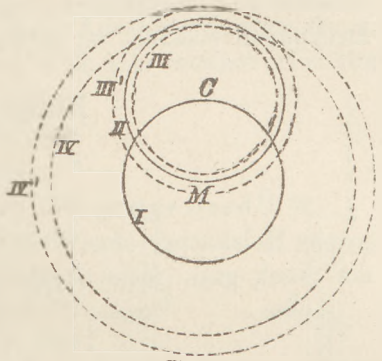


Fig. 3.

Es lässt sich aber auch leicht auf folgende einfache Weise zeigen, dass die gefundene Gleichung die Hypotrochoïdengleichung ist.

Nehmen wir an, die Kreise (Fig. 4) berühren sich anfangs in A. Nach einer gewissen Zeit ist der Punkt D nach D₁ gekommen, so dass die Bogen AD und AD₁ einander gleich sind. Der Mittelpunkt C des rollenden Kreises befindet sich dann in C₁, der D diametral gegenüber liegende Punkt E in E₁, der Punkt B in B₁, so dass EB = E₁B₁, und endlich der Punkt M in P, wo der aus C₁ mit C, M als Radius beschriebene Kreisbogen von der Geraden C₁B₁ geschnitten wird.

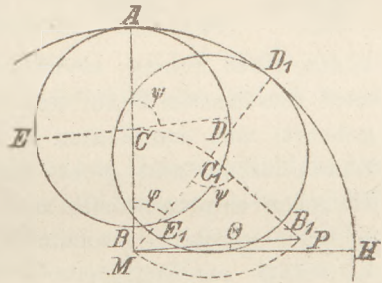


Fig. 4.

Es sei nun $\angle AMD_1 = \varphi$, $\angle ACD = \angle MC_1P = \psi$, $\angle PMH = \Theta$ ($MH \perp MA$), $MP = \rho$, $MA = R$, $CA = r$, dann ist: $\rho = 2(R - r) \sin \frac{1}{2} \psi$. Ferner ist $AD = r \psi$, $AD_1 = R \varphi$, und, weil $AD = AD_1$, $r \psi = R \varphi$ oder $\psi = \varphi R/r$. Führt man diesen Wert in die gefundene Gleichung ein, so wird diese:

$$\rho = 2(R - r) \sin \frac{R}{2r} \varphi \dots 1)$$

Endlich ist:

$$\Theta = \frac{1}{2} \psi - \varphi = \frac{R - 2r}{2r} \varphi \dots 2)$$

Für die in Polarcoordinaten ausgedrückte Gleichung der Curve ergibt sich also:

$$\rho = 2(R - r) \sin \frac{R}{R - 2r} \Theta \dots 3)$$

Setzt man noch $R/r = 2 + p$, so werden unsere Gleichungen:

$$\rho = 2(R - r) \sin (1 + \frac{1}{2} p) \varphi \dots 1a)$$

$$\Theta = \frac{1}{2} p \varphi \dots 2a)$$

$$\rho = 2(R - r) \sin \frac{2 + p}{p} \Theta \dots 3a)$$

$R - r$ bedeutet hier (wie in unseren früheren Gleichungen r) die Entfernung der Mittelpunkte der beiden Kreise.

In ähnlicher Weise lässt sich zeigen, dass die nämlichen Gleichungen, jedoch mit negativem Werte von p , gelten, wenn der Durchmesser des rollenden Kreises grösser als der Radius des festen ist, d. h. wenn $R/r = 2 - p$.

Ersetzt man nun bei meinem Apparat das Zahnrad 3 durch ein Zahnrad mit 33 statt 34 Zähnen, so beschreibt die versilberte Kugel eine Hypotrochoïde. Stellt man zwei versilberte Kugeln einander diametral gegenüber, so sieht man das glänzende Kreuz entgegengesetz dem Sinne der Drehung der Scheibe I

rotieren (Linksdrehung der Schwingungsebene). Wird das Rad 3 durch ein Zahnrad mit 35 Zähnen ersetzt, so rotiert das Kreuz in demselben Sinne wie die Scheibe I (Rechtsdrehung der Schwingungsebene). Der Eindruck, den diese Drehungen machen, ist in der That überraschend.

Einige einfache Schallversuche.¹⁾

Von

N. S. Drenteln in St. Petersburg.

1) Übertragung des Stosses durch die Luft. — Man nimmt zwei gleich-grosse Holzkasten ohne Deckel. Bei dem einen (A, Fig. 1) wird der Boden durch ein Stück gute (feste) Pappe ersetzt; beim anderen (B) hat der Boden einen Ausschnitt, in welchem eine Membran überzogen ist (auch gewöhnliches Wachspapier ist brauchbar). Ein leichtes Pendelchen (m) wird so angehängt, dass es die Membran eben berührt. Stellt man die Holzkasten mit den Öffnungen einander gegenüber und giebt dem Pappboden einen Schlag, so wird das Pendelchen heftig abgestossen. Oder man kann auch den Kasten B auf den Tisch setzen (die Membran horizontal und nach oben gekehrt) und den Kasten A über B halten; legt man auf die Membran z. B. ein Zündhölzchen und giebt dem Pappboden einen kräftigen Schlag, so wird das Hölzchen emporgeworfen und springt leicht von der Membran herab. — Das Aufschlagen geschieht zweckmässig mit einem kleinen hölzernen Hammer, in den ein Korkstück eingesetzt ist. — Stellt man zwischen den beiden Kasten (beim Versuche in der ersten Form) eine brennende Kerze, so wird deren Flamme erschüttert, aber nicht ausgelöscht, was eben zeigt, dass wir es hier nicht mit einer Massenverschiebung der Luft (Wind) zu thun haben. (Bekanntlich wird das Pendelchen der obigen Einrichtung auch durch einen kräftigen Ton in Bewegung gesetzt).

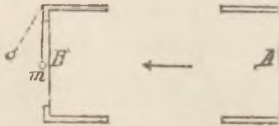


Fig. 1.

2) Der beschriebene Versuch (welcher viel einfacher ist als der gleiche mit Benutzung einer Knallgasexplosion) bietet eine so auffallende Analogie mit der Übermittlung des Stosses durch elastische feste Körper dar, dass ich hier auch eine zweckmässige Abänderung der diesbezüglichen Versuche erwähnen will. Statt der teuren elastischen Kugeln kann man bekanntlich eine Reihe von Knochenringen benutzen, die man auf ein mit einer Randleiste versehenes Brettchen setzt (Fig. 2). Hängt man die Ringe horizontal an



Fig. 2.

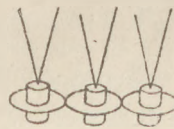


Fig. 3.

Pfropfen bifilar auf (Fig. 3), so kann man im Kleinen dieselben Erscheinungen wie bei dem theureren mit Elfenbeinkugeln versehenen Apparat beobachten.

3) Ohne alle Apparate kann man eine Idee davon geben, dass die Tonhöhe von der Schwingungszahl pro Sekunde abhängig ist, wenn man einen Buchdeckel benutzt, welcher mit parallel-gestreiftem Callico beklebt ist. Führt man darüber, senkrecht zu der Richtung der Streifen, mit dem Nagel des Fingers, so hört man einen Ton, der um so höher ist, je rascher man den Finger bewegt. Es ist dies analog dem zischenden Geräusch, welches man beim Reiben

¹⁾ Demonstriert in den Januar- und Februar-Sitzungen der physikalischen Sektion des Pädagogischen Museums in St. Petersburg.

von Atlas- oder Seidenstoff wahrnimmt. — (Zu demselben Zweck kann man sich auch einer Feile oder Säge bedienen).

4) Das Ansprechen einer Stimmgabel beim Anschlagen einer ihr genäherten gleichgestimmten kann man auch in dem Fall sehr einfach sichtbar machen, wo man sich mit zwei kleinen (Piano-) Stimmgabeln begnügen muss. Die Stimmgabeln werden vermittelst Korke auf zwei Medizinfläschchen befestigt und eine der Stimmgabeln mit dem oben erwähnten leichten Pendelchen (ein kleiner kugelförmiger Glasknopf, der innen hohl ist) in Berührung gebracht (Fig. 4). Stellt man die Stimmgabeln in nicht zu grosser Entfernung (nicht über einige Decimeter) von einander auf den Tisch oder ein Holzbrett (diese Bedingung ist wesentlich) und schlägt auf die Stimmgabel A, so wird das Pendelchen abgestossen. — Eine Hollundermarkkugel (m) auf eine Zinke der Stimmgabel B aufgelegt, bleibt ruhig liegen, wenn die Stimmgabel A nicht denselben Ton giebt wie B; sie fällt aber sofort herab, wenn die beiden Stimmgabeln gleichgestimmt sind.

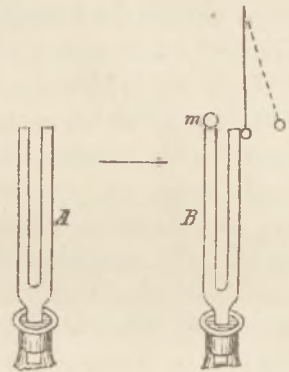


Fig. 4.

5) Einfache Resonatoren kann man bekanntlich aus Lampencylindern herstellen (Fig. 5, A). Es ist sehr leicht, deren Wirkung folgendermassen objektiv darzustellen. Man streut auf den Rand des offenen Endes etwas Korkstaub oder Hexenmehl (*semen Lycopodii*). Wenn man in der Nähe einen Ton erzeugt, der mit dem Grundton des Resonators übereinstimmt, so fliegt das Pulver wirbelnd empor; bei anderen Tönen bleibt es ruhig liegen. — Stellt man sich ein Lämpchen her (Fig. 5, B), dessen Docht mit Vaselineöl gespeist wird, so erhält man eine kleine Flamme, die leicht erlischt und zu dem vorigen Versuche sehr geeignet ist. Man setzt das Lämpchen dicht an die Öffnung des Resonators, so dass der Docht etwa in die Mitte der Öffnung kommt, und erzeugt den nötigen Ton; die Flamme erlischt sofort. — Die Töne kann man durch Anblasen von Glaszylindern (C) erzeugen, in welche man die nötige Menge Wasser gegossen hat; das Anblasen geschieht zweckmässig (nach Weinholt) mittels einer Messingröhre, die am Ende flach geschlagen ist (D). Selbstverständlich muss die Entfernung des Cylinders vom Resonator beim Anblasen nicht gross sein (nicht über zwei Decimeter etwa).

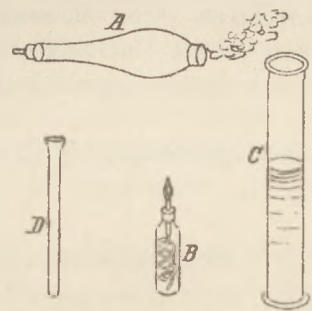


Fig. 5.

6) Interferenz des Schalles. Man sucht sich zwei kleine dreihalsige Kolben (Ballons) so aus, dass sie beim Anblasen nahezu denselben Ton erzeugen. (Es geschieht dies sehr leicht; nötigenfalls kann man wohl durch etwas Bleischrot, welches man in einen der Kolben schüttet, den Ton abgleichen).

Die beiden Kolben werden durch zwei Kautschukschläuche verbunden (Fig. 6, a, a'); zu dem Zwecke werden in die Hälse der Kolben kleine Glasröhren mit einem Stück Kautschukschlauch eingesetzt. Es ist zweckmässig, die beiden Verbindungsschläuche gleich der halben Wellenlänge des betreffenden Tones zu wählen (s. weiter unten).

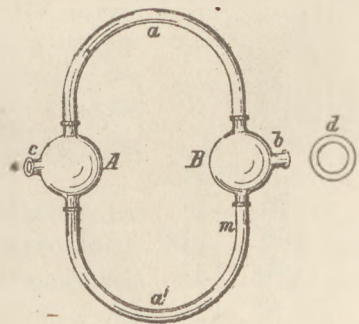


Fig. 6.

Gegenüber der Öffnung *b* wird der zur Erzeugung des Tones dienende Glaszylinder (*d*) aufgestellt. Derselbe wird durch Eingiessen von Wasser nach dem Tone des Apparates abgestimmt; dabei kann man auch annähernd die Wellenlänge des Tones bestimmen. Dicht an die Öffnung *c* setzt man die Flamme des oben erwähnten Lämpchens oder man schüttet in den Hals etwas Lycopodiumsamen. Lässt man den Cylinder ertönen, so erlischt die Flamme oder das Lycopodium wird herausgewirbelt (während ein anderer Ton keine Wirkung zeigt). Interessant ist es, dass wenn man einen der Kautschukschläuche (z. B. *a'*) nicht dicht bei *m*, sondern in der Mitte (also in Entfernung von $\frac{1}{4}$ -Wellenlänge von *m*) zusammenpresst, die Wirkung bei *c* ausbleibt, weil durch Reflexion des Schalles von der zusammengepressten Stelle mit Zeichenänderung eine Phasendifferenz von einer $\frac{1}{2}$ -Wellenlänge eintritt. — Ersetzt man den Schlauch *a'* durch einen um eine $\frac{1}{2}$ -Wellenlänge längeren und erzeugt dann den Ton, so hat man bei *c* keine Wirkung. Wird aber der Gang *a'* noch um eine $\frac{1}{2}$ -Wellenlänge verlängert (durch Zusatz des kürzeren Stückes, welches ja eine $\frac{1}{2}$ -Wellenlänge lang gewählt war), so erhält man bei *c* wieder eine kräftige Wirkung. — Bei meinem Apparate haben die Kolben je 60 cem Inhalt; die Wellenlänge ist ungefähr 70 cm; die beiden gleichen Verbindungsschläuche (von der bei den Gasbrennern gewöhnlich benutzten Weite) also je 35 cm lang; der längere Schlauch hat eine Länge von 70 cm. Die beiden Kolben werden, der besseren Sichtbarkeit wegen, in verschiedener Höhe aufgestellt. Zur Aufstellung ist z. B. das von mir in dem folgenden Aufsatz beschriebene Universalstativ sehr geeignet: die Kolben werden dann mittelst zweier etwas ausgehöhlter Korkstücke in die Schraubenzwingen eingeklemmt.

Ein Universalstativ für physikalische und chemische Elementarversuche.¹⁾

Von

N. S. Drenteln in St. Petersburg.

Auf einer verticalen Holzleiste *A* (Fig. 1), die einen Längsausschnitt hat (s. das Stück *D*), sind mittelst Schrauben mit Schraubmutter (Flügelschrauben) zwei kleine hölzerne Schraubenzwingen verschiebbar angebracht. An Letzteren sind die Schraubengriffe (der Bequemlichkeit wegen) verkürzt und mit eisernen Haken versehen. Das Hinterende der Schraubenzwingen ist dreifach durchbohrt (Fig. 2), um sie in zwei verschiedenen Lagen an die verticale Holzleiste befestigen zu können. — Dieses Stativ samt einigen Nebenteilen kann vielfache Verwendungen finden.

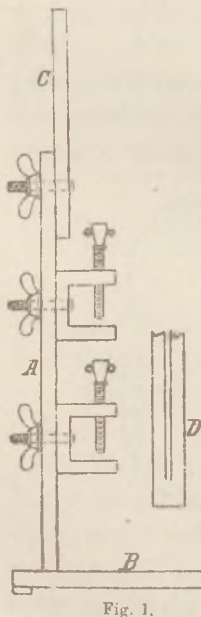


Fig. 1.

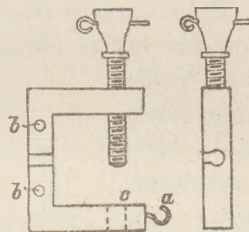


Fig. 2.

1) Man kann ein Holzbrett (ev. zwei) auf beliebiger Höhe befestigen und darauf auch schwerere Gegenstände gut aufstellen.

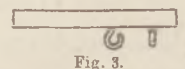


Fig. 3.

2) Vermittelst einer mit Haken versehenen Holzleiste (Fig. 3), welche man in einer der Schraubenzwingen festklemmt, kann man verschiedene Sachen anhängen. —



Fig. 4.

¹⁾ Demonstriert in der Februar-Sitzung der physikalischen Sektion des Pädagogischen Museums in St. Petersburg.

Eine längere und dünnere Holzleiste mit zwei in einem Durchschnitte verschiebbaren Haken (Fig. 4 im Plan, von oben gesehen) dient dazu einige leichtere Körper bei elektrischen und magnetischen Versuchen an langen Fäden aufzuhängen.

3) Am Haken *a* (Fig. 2) der Schraubenzwinge kann man eine gewöhnliche Wage aufhängen. In diesem Falle wird auf das Grundbrett *B* (Fig. 1) des Stativs ein Querbrett von gleicher Grösse aufgelegt, welches auch mit einer Schraube befestigt werden kann. Um bei einigen Versuchen, wo die Schnüre der einen Wagschale verkürzt werden sollen, dem Umkippen der Wage vorzubeugen, schiebt man unter die betreffende Schale einen Ring aus starkem Eisenblech, der mit einem Griff versehen ist (Fig. 5). Sehr geeignet hierzu ist ein alter Dreifuss von einer Spirituslampe. Der Griff des Ringes wird in der zweiten Schraubenzwinge festgeklemmt, welche in diesem Falle vermittelt einer der Löcher *b* (Fig. 2) seitlich (und von hinten) an der verticalen Leiste des Stativs befestigt wird.

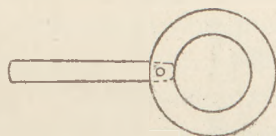


Fig. 5.

4) Benutzt man zwei mit Einschnitten versehene Korkstücke (Fig. 6), so kann man eine Glasröhre vertical, horizontal und in jeder anderen Richtung einklemmen. Zu diesem Zweck ist eines der Korke mit zwei Drahtnägeln versehen (Fig. 6a), die in zwei entsprechende Löcher der Schraubenzwinge (Fig. 2c) eingesteckt werden.

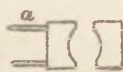


Fig. 6

5) In ähnlicher Weise werden ein Kolben, eine Retorte u. s. w. in beliebiger Neigung eingeklemmt. — Will man diese Gegenstände weiter von der verticalen Leiste abstehen lassen, so legt man zwischen die Schraubenzwinge und die verticale Leiste ein durchbohrtes Holzstück (etwa die Hälfte eines der Quere nach durchsägten Garnröllchens). — Um unter dem Kolben u. dgl. ein Drahtnetz anzubringen, dient der erwähnte eiserne Ring (Fig. 5) in derselben Weise wie oben bei der Aufhängung der Wage (No. 3).

6) Vermittelt eines mit runder Öffnung versehenen Brettes (Fig. 7), welches in der Schraubenzwinge horizontal eingeklemmt ist, kann man einen Trichter aufstellen; für kleinere Trichter benutzt man einen aus drei Eisendrähte gewickelten Ring, der mit den Drahtenden auf die Ränder der Öffnung aufgelegt wird (siehe Fig. 7).

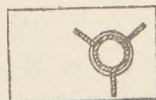


Fig. 7.

7) Stellt man auf dasselbe Brett einen Spirituslampendreifuss (Fig. 8), so kann man auf den Dreifuss eine Schale, einen Kolben u. dgl. bequem aufstellen und letztere mittels einer gewöhnlichen Petroleumlampe (deren Lampencylinder durch die Öffnung des Brettes gesteckt ist) erwärmen, was zuweilen manche Vorteile haben kann (constante, leicht regulierbare und dazu auch billige Wärmequelle).

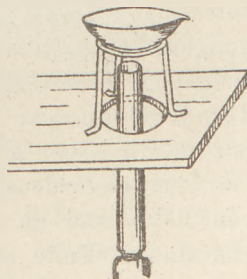


Fig. 8.

8) Will man eine Gummischnur oder eine Spiralfeder (bei der Erklärung des Principes der Federwage) aufhängen, so klemmt man das eine Ende der Schnur oder der Feder direkt vermittelt der einen Schraubenzwinge fest. Der zur Beobachtung der Verlängerung dienende Zeiger (eine Stricknadel) wird dann in der anderen seitlich angebrachten (s. unter 3) Schraubenzwinge befestigt.

9) Um die verticale Holzleiste des Stativs zu verlängern, dient das (auch mit einem Längsausschnitt versehene) Stück *C* (Fig. 1), welches an die erstere vermittelt einer Schraube und Schraubenmutter befestigt wird. Die

Höhe des Ganzen ist so bemessen, dass man ein einfaches Sekundenpendel aufhängen kann.

10) Eine genügend lange Holzleiste, die als schiefe Ebene zur Beobachtung des Falles dient, kann mit Hilfe eines Seitenloches und einer Schraube an die verticale Leiste des Stativs in verschiedener Neigung angebracht werden. Dann hat man auch zugleich am Stativ (auf der anderen Seite) das nötige Pendel.

Macht man sich zwei solcher Stative, die auf einem starken längeren Brette verschiebbar aufgestellt sind und mit Schrauben festgeklemmt werden (s. Fig. 9),

so kann man bequem verschiedene grössere Sachen: Spiegel, matte Glasscheiben, Rahmen, Schirme, Zeichnungen u. dgl. vertical oder in beliebiger Neigung befestigen. Weiter kann man eine stärkere Holzleiste horizontal aufstellen, die zur Aufhängung schwerer Dinge dienen soll. — Klemmt man ein längeres und stärkeres Brett horizontal ein, so lassen sich auf diesem manche Versuche besser sichtbar anstellen, als auf der Tischplatte. — Zwischen den beiden Stativen kann man bequem eine Saite aufspannen.

Das beschriebene Stativ eignet sich selbstverständlich auch zu manchen anderen Zwecken (der Kürze wegen sind hier viele Einzelheiten nicht erwähnt) und ist billig mit eigenen Mitteln herzustellen.

Ein Schienenapparat für die Gesetze der schiefen Ebene und für das Unabhängigkeitsprincip.

Von
Professor Dr. Alois Höfler in Wien.

In Folgendem beschreibe ich den Apparat¹⁾, von welchem in der *Naturlehre* von HÖFLER-MAISS nur die zwei einfachsten Anwendungen dargestellt sind, nämlich seine Verwendung zur experimentellen Ermittlung der rein phoronomischen Gesetze für die Bewegungen an der schiefen Ebene (*a. a. O. Fig. 94*), und seine Anwendung zur Gewinnung der einfachsten Begriffe und Sätze betreffs mechanischer Kräfte (*a. a. O. Fig. 100*). Da von den übrigen Anwendungen, welche der Apparat zulässt, die unter V. zu besprechende zur experimentellen Vorführung des „Gesetzes der Unabhängigkeit der Kräfte von den Bewegungen“ am ehesten Anspruch haben dürfte, Neues zu bieten, habe ich im Titel den Apparat nach diesem Gesetze benannt.

Zwei Schienenpaare aus T-Eisen von 125 cm Länge und einer Spurweite von 1 dm sind an dem einen Ende durch ein Charnier mit einander verbunden; von diesem Ende aus sind die an beiden Schienen angebrachten Teilungen von

1) Ein erstes Exemplar habe ich 1880 für das Mariahilfer Gymnasium in Wien anfertigen lassen; ein neues, in einigen Beziehungen verbessertes ist soeben für unsere Anstalt fertig geworden und konnte im Unterricht noch nicht erprobt werden; ich möchte aber die Beschreibung aus dem in folgendem Aufsatz (*VII 281*) angedeuteten Grunde nicht länger verschieben. — Die Schienen samt den kleinen Wägelchen und den übrigen für die Versuche I—IV nötigen Nebenvorrichtungen kosten bei Mechaniker W. P. HAUER (Wien) 180 Kronen; hierzu die Federwaage (zu Versuch II) 10 Kronen, der lange Wagen (zu Versuch V) 50 Kronen.

5 zu 5 cm gezählt. Behufs der Versuche II, IV und V ist an dem einen Ende des einen Schienenpaares ein Zapfen angebracht, der in einen eisernen Dreifuss eingesetzt werden kann, so dass dieses Paar vertical steht, während das andere auf den Tisch gelegt und so horizontal oder auch in beliebiger Neigung aufgestellt werden kann. Zur Feineinstellung dienen zwei Untersätze mit Stellschrauben. Es sei sogleich bemerkt, dass sich der Einfluss der Reibung (welcher trotz sorgfältiger Ausführung der Schienen und Wägelchen nicht unbeträchtlich ist) sehr vollständig und zugleich bequem beseitigen lässt, indem man nachträglich die Horizontaleinstellung insoweit abändert, dass der Wagen nach der gewünschten Richtung auf einen kleinen Anstoss hin in gleichförmiger Bewegung bleibt. — An die Schienen kann ein Tischehen von ähnlicher Einrichtung und Verwendung wie bei der Atwoodschen Fallmaschine festgeklemmt werden; desgleichen ein Träger für Röllchen bei einigen Versuchen (z. B. nach Fig. 2 und 3).

Auf den Schienen steht oder läuft ein Wägelchen von 180 g, auf welches mittels eines aufragenden Stiftes noch beliebige von den bei der Fallmaschine als Gewichte dienenden cylindrischen Massen aufgesetzt werden können. Ein zweites, langes Wägelchen beschreiben wir erst unter V.

I. Das eine Schienenpaar wird entweder direkt auf den Tisch, oder, wenn dieser nicht verlässlich wagerecht ist, auf die Untersätze mit Stellschrauben gelegt und mit der Libelle genau wagerecht gestellt. Dem andern Schienenpaar wird mittels zweier unten verbundener Stäbe mit verschiebbaren Widerlagern eine beliebige Neigung gegen den Horizont erteilt. Lässt man das Wägelchen auf dieser schiefen Ebene herabrollen (Fig. 1), so ist der Zweck der Galileischen Fallrinne erreicht; nur insofern vollkommener, als die rollende Kugel infolge ihres Trägheitsmomentes nur $\frac{5}{7}$ derjenigen translatorischen Beschleunigung erreicht, welche dem blossen Gleiten entsprechen würde; das Trägheitsmoment der Rädchen des Wagens kommt dagegen nicht in Betracht.

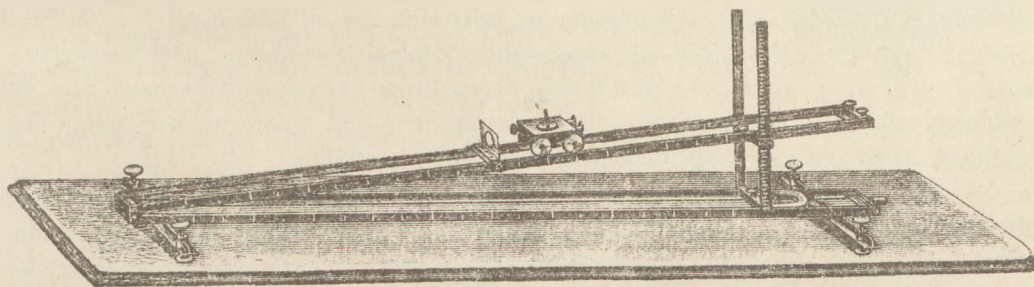


Fig. 1.

II. Wird der Apparat nach Fig. 2 aufgestellt, so erlaubt er die Versuche, welche in PFAUNDLERS *Lehrbuch I.* (1886) Fig. 70 dargestellt sind, in mehr exakter und für den Experimentierenden bequemerer Weise anzustellen. Während nämlich PFAUNDLER vorschlägt, den Wagen durch ein auszuspannendes, elastisches Band aus freier Hand zu bewegen, wobei der Experimentierende die Spannung möglichst constant zu erhalten hat, leistet dies ganz in der Weise der Atwoodschen Fallmaschine das mittels der Rolle wirkende, vertical abwärts ziehende Gewicht p . Die hierdurch in dem System hervorgebrachte Spannung kann an einer zwischen die Schnur und das Wägelchen einzustellenden Federwage ersehen werden. Die in Fig. 2 angedeutete besteht aus zwei in einander geschobenen Röhren; eine eingeschaltete Feder lässt das innere Röhren bei Belastung mit 5, 10, 15, 20,

25 g um (nahezu) 1, 2, 3, 4, 5 cm aus dem äusseren hervorragen. Einfacher und noch bequemer ist eine nachträglich angefertigte Federwage mit einer vor einem

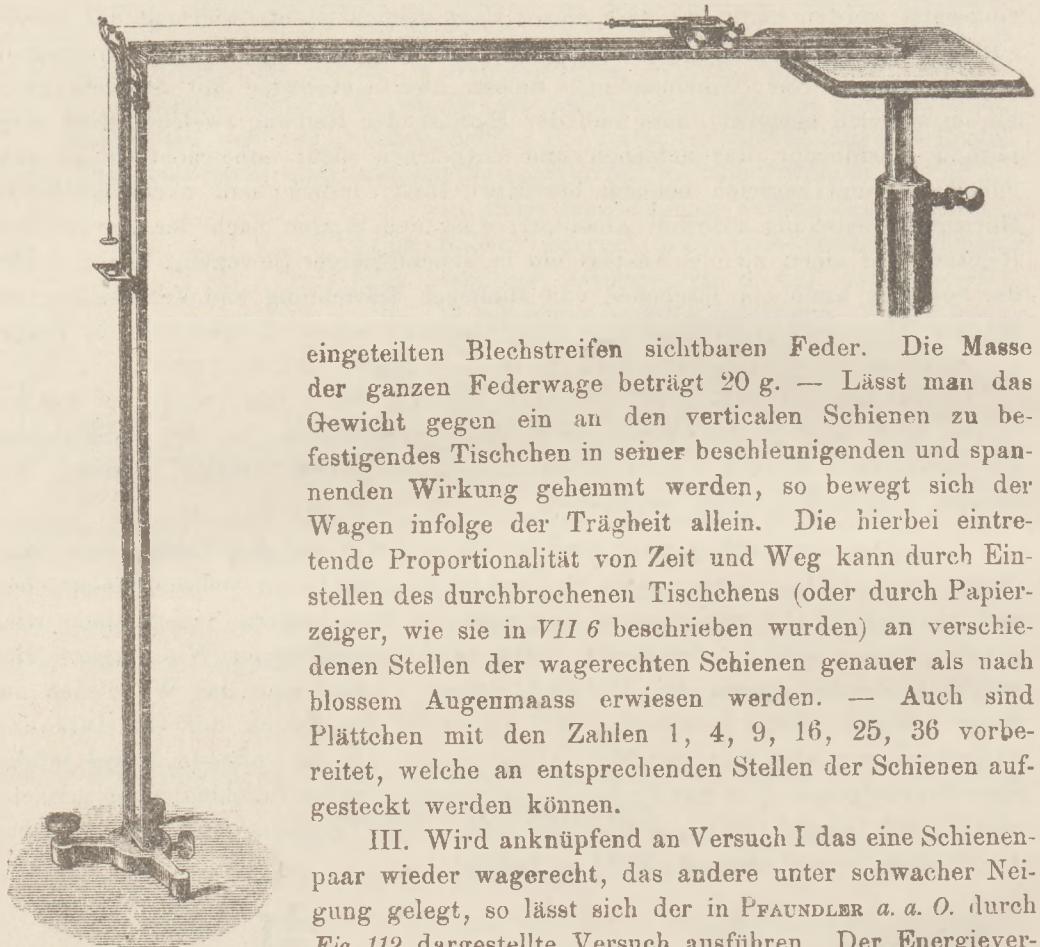


Fig. 2.

eingeteilten Blechstreifen sichtbaren Feder. Die Masse der ganzen Federwage beträgt 20 g. — Lässt man das Gewicht gegen ein an den verticalen Schienen zu befestigendes Tischchen in seiner beschleunigenden und spannenden Wirkung gehemmt werden, so bewegt sich der Wagen infolge der Trägheit allein. Die hierbei eintretende Proportionalität von Zeit und Weg kann durch Einstellen des durchbrochenen Tischchens (oder durch Papierzeiger, wie sie in VII 6 beschrieben wurden) an verschiedenen Stellen der wagerechten Schienen genauer als nach blossem Augenmaass erwiesen werden. — Auch sind Plättchen mit den Zahlen 1, 4, 9, 16, 25, 36 vorbereitet, welche an entsprechenden Stellen der Schienen aufgesteckt werden können.

III. Wird anknüpfend an Versuch I das eine Schienenpaar wieder wagerecht, das andere unter schwacher Neigung gelegt, so lässt sich der in PFAUNDLER *a. a. O.* durch Fig. 112 dargestellte Versuch ausführen. Der Energieverlust durch den Stoss beim un stetigen Übergang von den schiefen auf die wagerechten Schienen stört bei den allein zu wirklicher Darstellung kommenden schwachen Neigungen nicht auffällig.

IV. Die Gleichgewichtsgesetze für eine parallel zur Länge wirkende Kraft lassen sich bei der Aufstellung nach Fig. 1 durch Anbringung der in Fig. 2 dargestellten Rollen erweisen. Für die Wirkung parallel zur Basis oder unter beliebigen Winkeln gegen die Längsrichtung der schiefen Ebene empfiehlt sich die Aufstellung nach Fig. 2, aber so dass die dort wagerechten Schienen vom Charnier ab sich senken und die Rollen, über die der Faden wagerecht oder unter sonst einer Neigung laufen soll, an einer entsprechenden Stelle der verticalen Schienen festgeklemmt werden.

V. Die Schienen und die Rollen werden wieder wie beim Versuch II gestellt, und auf die wagerechten Schienen ein 50 cm langer Wagen, der im wesentlichen selbst wieder aus zwei dünnen Schienen auf Rädchen besteht. Seine Masse ist 270 g, kann aber durch aufzulegende Massen beliebig erhöht werden. Auf den langen Wagen wird dann das kleine Wägelchen gestellt und die von letzterem ausgehende Schnur über eine mit dem ersteren Wagen verbundene Rolle gelegt, so dass, wenn an ihr freies Ende Gewichte gehängt werden, das Wägelchen

eine Beschleunigung in Bezug auf den langen Wagen annimmt. Eine Auslösevorrichtung, welche an die wagerechten Schienen festgeklemmt wird und von der zwei Stifte gegen die Rädchen des kleinen wie des grossen Wagens gerichtet sind, erlaubt beide im selben Zeitpunkt in Bewegung gerathen zu lassen. Fig. 3 zeigt die Aufstellung für den Fall, dass der kleine Wagen eine Bewegung von links gegen rechts in Bezug auf den grossen Wagen, dieser eine Bewegung von rechts nach links in Bezug auf die Schienen erhalten soll. Sind dabei die als beschleunigende Kräfte wirkenden Gewichte im richtigen Verhältnis zu den Massen gewählt, so zeigt sich der kleine Wagen in Bezug auf die Schienen in Ruhe, was sich an der hierbei als Zeiger dienenden Auslösevorrichtung sehr genau kontrollieren lässt.

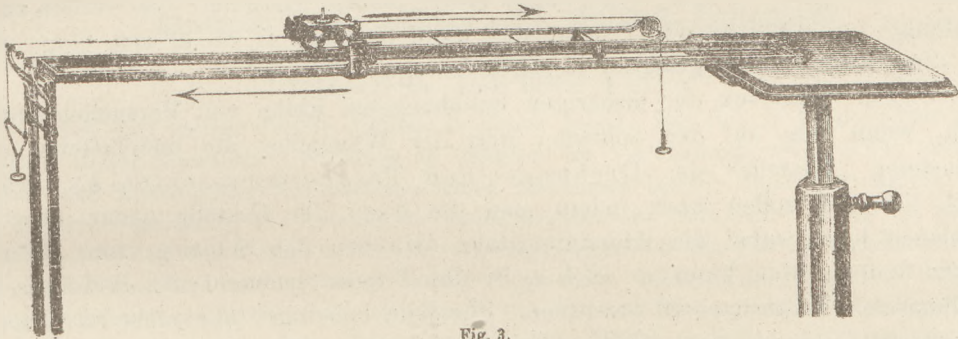


Fig. 3.

Bei einem Versuche war die Masse des kleinen Wagens von 180 auf 195 g ergänzt worden, das ziehende Gewicht war das des leeren Trägers von 5 g, die zu bewegende Gesamtmasse also hier 200 g. An dem grossen Wagen zog das Gewicht des Trägers von 10 g und eine Zulage von 5 g; diese Masse von $(270 + 15)$ g wurde ergänzt durch 115 g auf 400 g, so dass sie samt der Masse des kleinen Wagens 600 g betrug. Also $600 : 200 = 15 : 5$. — Es wird nun zuerst der lange Wagen festgehalten und mittels des Metronomes (das man kürzere Zeiteile als Sekunden schlagen lässt) beobachtet, wie lang der kleine Wagen zum Zurücklegen der 50 cm des langen Wagens braucht. Sodann lässt man den langen Wagen 50 cm längs den Schienen zurücklegen: er müsste hiezu ebenso lang wie der kleine brauchen, wenn nicht infolge des grösseren Gewichtes seine Reibung etwas stärker als bei letzterem wäre. Dieser Unterschied lässt sich wieder sehr gut dadurch ausgleichen, dass man die Schienen und somit auch den kleinen Wagen ein wenig aus der wagerechten Stellung bringt, nämlich soweit, dass beide Bewegungen zur selben Länge die gleiche Zeit brauchen: Lässt man beide Bewegungen zugleich stattfinden, so zeigt sich in der That die relative Bewegung = Null.

Auch die allgemeine Subtraction zwei entgegengesetzter, ungleicher, sowie die Summierung zweier gleichgerichteter Beschleunigungen lässt sich zeigen. — Lehrreich ist es auch, den kleinen Wagen gar nicht durch ein Gewicht ziehen, sondern nur den grossen Wagen unter ihm weglafen zu lassen: gäbe es keine Reibung, so müsste der kleine Wagen infolge der Trägheit in bezug auf die Schienen in Ruhe bleiben. Das in Wirklichkeit eintretende „Mitnehmen durch Reibung“ (vgl. HANDL, diese Zeitschr. I 108) berichtigt u. a. die manchmal zu sehr betonten Unterschiede von „bewegenden Kräften“ und „Bewegungshindernissen“, welche letztere „nur eine Bewegungsänderung, aber keine Bewegung“ sollen hervorbringen können — womit wohl gemeint ist: nur negative, nicht positive Beschleunigungen. —

Die Wägelchen geben noch Stoff zu allerlei weiteren theoretischen Erwägungen; z. B. warum denn überhaupt nicht immer, u. a. auch im zuerst beschriebenen Versuch, ein einfaches Weglaufen des grossen unter dem kleinen Wagen (von der Reibung jetzt abgesehen) eintritt, warum vielmehr auch die Masse des letzteren in diejenige Masse eingerechnet werden muss, die durch die am grossen Wagen wirkende Kraft mit in Beschleunigung zu versetzen ist? — Ferner: Wird der grosse Wagen, wenn an seinem Träger keine Kraft wirkt, aber der kleine Wagen wie in *Fig. 3* auf ihm läuft, in Ruhe bleiben oder zurückweichen? (Vergleich mit *POGGENDORFFS* Fallwage. Man gebe dem kleinen Wagen eine Masse, die gross ist im Vergleich zu der des grossen Wagens.) — Längs welcher Linien wird sich während aller dieser zusammengesetzten Bewegungen des kleinen Wagens dessen Träger bewegen? — z. B. wann längs einer schiefen Geraden? (Es werden zuerst Anfangs- und Endlage des Trägers und dann beobachtet, ob er sich längs eines an diese zwei Punkte gelegten Lineales bewegt.) U. s. w.

VI. Eine von der bisherigen unabhängigen Reihe von Versuchen ergibt sich, wenn man auf den Schienen statt der Wägelchen die unbelasteten oder belasteten „Gestelle“ des Drehungs- und Trägheitsmomenten-Apparates (vgl. *VII 238*) rollen lässt, indem man die Axen der Gestelle genau über die Schienen legt, wobei die Aluminiumstäbe zwischen den Schienen zum Rotieren Platz finden. Man kann so auch z. B. das Trägheitsmoment des Rädchens der Fallmaschine experimentell ermitteln. Für jede beliebige (nur nicht zu gross zu nehmende) Neigung der schiefen Ebene giebt das Wägelchen direkt die entsprechende Beschleunigung der Progressiv-Beschleunigung an, mit dem die Winkelbeschleunigung des rotierenden Systems zu vergleichen ist.

VII. Mit dem Wägelchen (ohne die Schienen) lässt sich auch ein Gedanke verwirklichen, von welchem sonst immer nur geredet wird — nämlich dass man sich die Bewegung des Pendelkörpers als ein Fallen über eine Folge von schiefen Ebenen vorstellen könne. — Ich habe in vorläufig bloss roher Ausführung Bretter in Kreisbogen mit den Halbmessern 99,4 cm (Länge des Sekundenpendels) und 180 cm (grösste Fallhöhe an der Fallmaschine) ausschneiden und an ihnen einen Blechstreifen von etwa der doppelten Spurweite des Wägelchens anbringen lassen. Diese „Bahnen“ werden unten vor die Fallmaschine gesetzt, das durchbrochene Tischchen an dieser auf die genannten Höhen über dem tiefsten Punkt der Bahn geschoben und die Schnur der Fallmaschine mit dem unbelasteten oder irgendwie belasteten Träger beim Tischchen durch ein Bleiklötzchen so befestigt, dass der Träger als Pendelkörper schwingt und zwar gleichen Schritt hält mit dem auf der Bahn hin- und herrollenden Wagen. Natürlich kommt letzterer infolge der Reibung viel eher zum Stillstand als das Pendel; auch ist die Dauer eines Hin- und Herrollens durch die Reibung nicht unbeträchtlich vergrössert, wobei aber durch Verlängerung des Pendels sich volle Übereinstimmung herstellen lässt: alles Erscheinungen „zweiter Ordnung“, an die sich lehrreiche Betrachtungen anknüpfen lassen. — Gegenstand zu solchen giebt z. B. auch der Umstand, dass das Wägelchen zwar nicht rollt wie die Kugel, aber sein Trägheitsmoment doch in der Richtungsänderung bei der Bewegung auf mehr oder minder steilem Teile der Bahn sich geltend macht. Eine Vervollkommnung zur Vorrichtung bestände darin, die (etwas plumpe) Verbindung von Brett und Blech selbst wieder durch Schienenbahnen von vorgeschriebener Krümmung zu ersetzen. Ferner würde die Vergleichung zwischen der Bewegung an dem Brett mit dem Kreisbogen von

99,4 cm und der Bewegung in einem Cykloidenbogen (erzeugender Kreis vom Halbmesser 99,4 : 4), wobei die als Pendel dienende Schnur zwischen zwei an dem Tischchen anzubringende Blechstreifen gemäss dem Satz über die Evolvente der Cykloide in die entsprechende Bewegung zu versetzen wäre, die Begriffe der Tautochrone und der Brachystochrone, welche der Elementarunterricht bei den Pendel- und den Sehnenfall-Gesetzen wenigstens zu streifen pflegt, der Anschauung nahe bringen.

Einige didaktische Bemerkungen über den Schienenapparat in seiner einfachsten Anwendung, nämlich als „Fallrinne“, mögen in dem folgenden besonderen Aufsätze Platz finden.

Atwoods Fallmaschine oder Galileis Fallrinne?

Von

Professor Dr. Alois Höfler in Wien.

Ich darf meiner Freude darüber Ausdruck geben, dass sich in jüngster Zeit mehrmals in dieser Zeitschrift¹⁾ Stimmen zu Gunsten der Verwendung von Galileis Fallrinne anstatt der Atwoodschen Fallmaschine haben vernehmen lassen: auch ich hatte ja schon in meiner Bearbeitung von „SCHABUS' Anfangsgründen der Naturlehre“ (1881) es gewagt, gleich zu Anfang der Mechanik die „Bewegungsgesetze für den Fall an schiefen Ebenen“ durch einfache Beobachtung einer über ein geneigtes Brett (eine Rinne . .) rollenden Kugel gewinnen zu lassen; was mir damals den Vorwurf eintrug, dass das unlogisch sei, weil man ja gar nicht wissen könne, warum die Kugel so rolle, ehe man nicht den Begriff einer parallel zur Länge der schiefen Ebene wirkenden Componente u. dgl. m. entwickelt habe. Eben dieser Tadel wurde neuestens wiederholt²⁾, als ich in meinem Bericht³⁾ über die neuen österreichischen Instruktionen (1892) für die Unterstufe des physikalischen Unterrichtes das Verschwinden der „Fallmaschine“ aus den Aufgaben dieser Stufe als eine der vielen, namentlich auch qualitativen Erleichterungen begrüsste, welche die neuen gegenüber den älteren Instruktionen (1884) empfehlen. Dem wurde nun entgegengehalten: „Die Atwoodsche Fallmaschine wird man auch jetzt nicht entbehren können, da sie es uns ermöglicht, ausser den Gesetzen des freien Falles den Begriff der Beschleunigung für die gleichförmig beschleunigte Bewegung in anschaulicher Weise zu entwickeln. Die schiefe Ebene ist für diesen Zweck schon deshalb unbrauchbar, weil es an dieser Stelle noch nicht möglich ist, den Schüler davon zu überzeugen, dass die bewegende Kraft an der schiefen Ebene constant ist. Die Gleichungen für die Endgeschwindigkeit und der Weg bei der gleichförmig beschleunigten Bewegung sind im Anschlusse an die Versuche mittels der Fallmaschine sehr leicht zu gewinnen und für den verticalen Wurf, der doch nach dem neuen Lehrplane vorzunehmen ist, unentbehrlich“.

Es sei ein Versuch gestattet, die mehrfache Begriffsverwirrung, welche sich in jenen Bedenken gegen die Fallrinne und der Empfehlung ausschliesslich der Fallmaschine zu den angeführten Zwecken kundgiebt, einmal durch Erinnerung an die für die ganze wissenschaftliche Mechanik grundlegenden Unterscheidungen und durch einige einschlägige didaktische Erwägungen zu schlichten.

¹⁾ Namentlich VII 5 und VII 161. — Nachstehende Bemerkungen, mit deren Veröffentlichung ich bis zum Fertigwerden der in den beiden vorigen Mitteilungen (VII 234 und VII 276) beschriebenen Apparate gewartet habe, waren sogleich auf die in der folg. Anm. 2 citierte Veranlassung hin concipiert, also unabhängig von den Aufsätzen von KÖNIG und VOLKMANN; und es wird vielleicht eine weitere Stimme zu Gunsten der namentlich von KÖNIG in den ersten und den letzten Zeilen seines Aufsatzes aufgestellten Thesen noch nicht zu spät kommen.

²⁾ Von Prof. Dr. WENZEL PSCHIEDL in der *Zeitschr. Österreichische Mittelschule* (VII 354, 1893).

³⁾ a. a. O. S. 112.

Man sollte sich bei jeder Handhabung des einen wie des anderen Apparates von allen darüber klar sein, ob man phoronomische⁴⁾ oder dynamische Gesetze mit ihnen erweisen will. Beide Apparate können Beidem dienen; und zwar wird man bei keinem über die ins Spiel kommenden Kräfte etwas behaupten können, ehe man die an ihnen tatsächlich zu beobachtenden Bewegungen rein beschreibend studiert hat. Das Verhältnis von Phoronomie und Dynamik ist ja nur ein Specialfall des allgemein logischen Verhältnisses von Beschreibung und Erklärung⁵⁾; und man kann wohl beschreiben ohne zu erklären, aber nicht erklären ohne ausreichend beschrieben zu haben. — Wie wenig diese eigentlich doch ganz selbstverständlichen Sätze in der Praxis speciell auch des physikalischen Unterrichtes, der in ihrer Bethätigung füglich mit gutem Beispiele vorgehen sollte, thatsächlich lange Zeit beobachtet worden sind, haben u. a. die Instructionen von 1879 für die österreichischen Realschulen⁶⁾ vermerkt, indem sie sagen: „Es ist z. B. gewiss ein Fehler, wenn man den freien Fall so abzuleiten versucht: „die Schwere ist eine constante Kraft, welche dem Körper in jedem folgenden Zeittheilchen denselben Geschwindigkeitszuwachs erteilt“, folglich $v = gt$, folglich $s = \frac{1}{2}gt \cdot t$ u. s. w. Man kennt die Schwere durch den Druck auf die Unterlage und durch die Fallbewegung. Niemand, der es nicht versucht oder erfahren hat, kann wissen, dass Druck in Bewegung übergeht, noch weniger, wie er in Bewegung übergeht. Niemand kann also a priori wissen, dass beim Wegziehen der Unterlage der Druck in eine Beschleunigung sich umwandelt. Es wird sich hier empfehlen, einfach erzählend anzuführen, dass Galilei, ohne an die Ursache der Fallbewegung zu denken, die Natur derselben experimentell untersucht hat. Er hat gefunden, dass bei derselben in gleichen Zeiten gleiche Geschwindigkeiten zuwachsen. Dies ist die mathematische Regel, nach welcher die Fallbewegung stattfindet; $v = gt$. Durch Beachtung anderer Umstände, s, t , findet man eine andere Regel für dieselbe Bewegung $s = \frac{1}{2}gt^2$; ebenso leicht noch eine dritte $gs = \frac{1}{2}v^2$. Aus jeder dieser Regeln lässt sich rein mathematisch die andere ableiten. Es ist also eine Thatsache, dass der Erde freigegegenüberstehende Körper eine Beschleunigung gegen den Erdmittelpunkt erhalten.“ —

Dieselben Instructionen (gegen welche die fünf Jahre später, 1884, für Gymnasien herausgegebenen, namentlich durch ihren Mangel an derlei praktischer Logik sehr un-

4) Statt des z. B. schon in KANTS „*Metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft*“ gebrauchten Ausdrucks „Phoronomie“ ist gegenwärtig gebräuchlicher geworden „Kinematik“. Mir scheint dieser nicht so bezeichnend als jener; und zwar aus zwei Gründen. Vor allem: Was beide Namen besagen wollen, ist ja: Lehre von den Bewegungen ohne Rücksicht auf die Kräfte — eine bloss Beschreibung, wie ein Körper „sich bewegt“, nicht ob und wie eine Kraft „den Körper bewegt“. Hierfür ist also ein Intransitivum wünschenswert, $\phi\epsilon\rho\omicron\mu\alpha\iota$; wogegen $\kappa\iota\nu\epsilon\omega$ wesentlich transitiv ist. Sodann aber ist jener Gegensatz durch den Unterschied der Wortbildungen „Kinematik“ und „Kinetik“ überhaupt nicht angezeigt, da die Ableitungssilbe „ma“ gewiss nicht die Bedeutung jener Ausschliessung des Gedankens an die Ursache der Erscheinung hat. — Dagegen wäre „Kinetik“ ein klarer Gegensatz gegen „Statik“; und statt letztere, wie früher ganz allgemein üblich, der „Dynamik“ entgegenzustellen, ergäbe sich sowohl sachlich wie sprachlich natürlicher die folgende Einteilung:

Phoronomie

Dynamik

Statik

Kinetik.

Die Einteilung combinirt (kreuzt) sich dann mit der der Mechanik des Punktes, der starren, flüssigen . . . Systeme, so dass auseinanderzuhalten sind eine Phoronomie des Punktes und eine Dynamik des Punktes, eine Phoronomie und eine Dynamik starrer Systeme u. s. f. — Die „Bewegungsgesetze für den Fall an schiefer Ebene“ gehören z. B. in die Phoronomie des Punktes, der Beweis, dass die Kraft an der schiefen Ebene constant ist, in die Dynamik des Punktes.

5) Wie dieser Gegensatz das gesamte wissenschaftliche Denken durchdringt und beherrscht, ist in dem den ganzen Abschnitt „Heuristik“ eröffnenden Paragraph 87 „Die beiden Hauptaufgaben der Forschung: Beschreibung und Erklärung“ meiner Logik dargelegt.

6) Offizielle Ausgabe im k. k. Schulbücherverlage. — S. 145, 146.

vorteilhaft abstachen) hatten denn auch (a. a. O. S. 140) schon ausdrücklich empfohlen, „die Fallgesetze an der Galileischen Fallrinne zu demonstrieren.“

Auf die einzelnen von PSCHIEDL angeführten Gründe, warum das unmöglich und die Fallmaschine unentbehrlich sein soll, ist zu erwidern:

1. Um „den Begriff der Beschleunigung für die gleichförmig beschleunigte Bewegung in anschaulicher Weise zu entwickeln“, ist nicht nur die Fallrinne nicht „unbranchbar“, sondern es hat vor ihr die Fallmaschine auch gar nichts voraus, so lange man zunächst nur das phoronomische Gesetz $s = \frac{1}{2}gt^2$ und aus diesem erst $v = gt$, $w = g$ gewinnen will. Denn dazu gehört eben nicht mehr und nicht weniger, als dass man die thatsächlichen Fallräume für 1, 2, 3 . . Secunden beobachtet und aus den gefundenen Einzelwerten das Gesetz at^2 (wo $a = \frac{1}{2}g$) induciert⁷⁾. Da mir die Einprägung der Zahlen 5 m, 20 m, 45 m, 80 cm, 125 cm, 180 cm als angenäherter Werte der Fallräume die Vorbedingung für jede weitere Bearbeitung der Fallthatsachen scheint, habe ich diese Zahlen an der Fallmaschine (diese Zeitschr. VII 236) selbst gegenüber der eigentlichen Centimeterskale in der Verkleinerung von m : cm ersichtlich machen lassen.

⁷⁾ Es sei gestattet, bei dieser Gelegenheit einige kurze Bemerkungen zur Discussion beizutragen, welche der Herausgeber dieser Zeitschrift als Beurteiler der Naturlehre von HÖFLER-MAISS (diese Zeitschr. VII 42) mit den folgenden Worten eröffnet hat: „Bei den Gesetzen des freien Falles haben die Verfasser die Schwierigkeit, die in der Einführung der Beschleunigung liegt, sehr sinnreich vermieden, indem sie als Maasszahl der Beschleunigung die Länge des Wegstückes einführen, das in jeder folgenden Secunde mehr zurückgelegt wird, als in der vorhergehenden. Diese Lösung ist ohne Frage in usum delphini ganz zweckmässig, aber es darf nicht verschwiegen werden, dass auch bei dieser Darstellung die Feinheit des GALILEISCHEN Gedankenganges zerstört wird. Die Fallgesetze erscheinen als das Resultat eines grob empiristischen Verfahrens, während für GALILEI die Versuche nur zur Bestätigung eines genial concipierten Gedankenganges dienten. Man sollte eine so hervorragende historische Thatsache wie diese nicht verflachen, indem man sie dem Verständnis von im physikalischen Denken noch ganz Ungeübten anzupassen versucht. Wir wiederholen daher auch bei dieser Gelegenheit die Forderung, dass die Fallgesetze auf die Oberstufe des physikalischen Unterrichts verlegt werden.“

Den nächstliegenden Grund, der für eine kleine Abweichung vom historischen Gang spricht (nämlich: s , v und w verhalten sich wie ursprüngliche Funktion, erste und zweite Abgeleitete, bilden also eine natürliche logische Reihe, während GALILEI mit deren mittlerem Gliede v einsetzte), habe ich schon einmal in dieser Zeitschr. II 4 angedeutet. Auch diesmal will ich nicht auf die feinere logische Frage eingehen, inwieweit das Durchprobieren hypothetischer Gesetze für v (bei denen GALILEI nicht der Gedanke an die constante Schwerkraft leitete, ja wobei er zuerst sogar die in sich widersprechende Annahme $v = k \cdot s$ machte, vgl. WHEWELL, *Gesch. d. ind. Wiss., deutsch v. Litrow*, II 35) wirklich für GALILEIS Methode charakteristisch sei; jedenfalls wäre das directe Durchprobieren von Gesetzen für s , die ja allein experimentell verificiert werden können, nicht stärker „empiristisch“ gewesen, als z. B. KEPLERS Verfahren bei Aufstellung seiner Gesetze. Didaktisch kämen derlei Differenzen der Auffassung natürlich jedenfalls erst auf der Oberstufe in Betracht. — Für die Unterstufe aber gewährt das Gesetz des Wachsens der Wege mit dem Quadrat der Zeit einen überaus dankbaren Übungsstoff, der sich, wie ich mich nun schon oft überzeugte, für unsere vierzehnjährigen Schüler bestens eignet. Wenn nämlich in der Arithmetik des nächsten Schuljahres vom „quadratischen Verhältnis“ die Rede ist (etwa nach HENS' *Übungsbuch*, § 33a, Beispiele 32–37), so eröffnet gerade das Verhältnis zum Quadrate der Zeit, dieser „unabhängig Veränderlichen“ $\alpha\alpha\tau' \epsilon\sigma\chi\eta\nu$, eine erste Auffassung dieser und anderer Proportionalitäten als verschiedenen Weisen eines stetigen Wachsens, also ein Denken nach dem Funktionsbegriff. — Noch näher freilich liegt das Bedürfnis, die Schüler mit dem rein Thatsächlichen — Fallraum der 1. sec gleich 5 m, Wegzuwachs in jeder sec 10 m u. dgl. — vor dessen voller theoretischen Verarbeitung vertraut zu machen, da eine Unsicherheit in jenen Zahlenangaben (wie sie leider selbst auf der Oberstufe manchmal vorkommt) jeden Gewinn aus den mathematischen und logischen Feinheiten des GALILEISCHEN Gedankenganges illusorisch macht. Das Interesse für diesen ist aber nicht vorweggenommen, wenn durch das Einüben des blossen Weggesetzes, ohne Eingehen auf die Geschwindigkeit, jene Vertrautheit mit dem Thatsächlichen schon einige (bei uns drei) Schuljahre früher erworben worden ist.

An derjenigen Form der Fallrinne (vgl. *Mach-Odstrcil*, 1. Aufl. Fig. 102), bei welcher vier Kugeln neben einander rollen und bei gleichzeitigem Beginnen der Bewegung in Viervierteltakt an die Widerlager (wie AUGUSTS⁸⁾ Fallkugeln auf den Boden) aufschlagen, wenn die Abstände dieser vom Ausgangspunkt sich wie 1 : 4 : 9 : 16 verhalten, mag das Quadratgesetz sogar noch etwas lebhafter zum Bewusstsein zu bringen sein, als bei der Fallmaschine, weil bei letzterer nacheinander vier Versuche gemacht werden müssen, wenn man das Eintreffen bei 1, 4, 9, 16 auch hören (Aufschlagen auf das Tischchen), nicht nur sehen will, dass und wann je ein Teilstrich passiert werde. (Vgl. übrigens die oben S. 278 erwähnten „Papierzeiger“, welche KÖNIG a. a. O. VII 6 durch die Kugel zur Seite schlagen lässt.)

2. Auch wenn man nicht, wie im Vorigen angenommen, mit der Herleitung des Weggesetzes $s = at^2$, sondern des Geschwindigkeitsgesetzes $v = gt$ aus den Versuchen beginnen will, lässt uns die Fallrinne keineswegs im Stich, wenn man eben u. a. mit PFAUNDLER an den schiefen einen wagerechten Teil grenzen lässt, wie dies im vorausgehenden Aufsatz (S. 278) als Versuch III mit dem Schienenapparat beschrieben worden ist. Dass hierbei am Knie unvermeidlich ein Energieverlust eintritt, von dem erst die Versuche selbst zeigen müssen, inwieweit er für deren Beweiskraft unverfänglich ist, während das Abhebenlassen des Übergewichtes am Tischchen der Fallmaschine sozusagen für sich selbst spricht, ist der grösste Vorteil der letzteren, man kann sagen, ihr eigentlicher Witz. Aber selbst dies kommt recht eindringlich erst zur Geltung, wenn den in dieser Hinsicht unvollkommenen Versuchen, welche auf der Unterstufe gar nicht oder nur mit der Fallrinne, bzw. dem Schienenapparat vorgenommen worden waren, auf der Oberstufe nach kurzer Vorführung, bzw. Erinnerung an jene, die mit der Fallmaschine folgen.

3. Dass „die Fallmaschine es ermöglicht, ausser den Gesetzen des freien Falles den Begriff der Beschleunigung . . . zu entwickeln“, ist mehr als ungenau ausgedrückt, indem sie erstere, die des „freien“ Falles, eben gar nicht darstellt; Niemand bindet von der hinteren Schnur den Träger los und lässt den vorderen ohne oder mit Belastung frei fallen. Gemeint ist also wohl nur: ein quasi freier Fall. — Es sei erlaubt, hier einen Ausspruch aus den Vorlesungen JOSEF STEFANS⁹⁾ in Erinnerung zu bringen, des Mannes, dem der grösste Teil der gegenwärtig in Österreich lebenden und wirkenden Physiklehrer seine Ausbildung verdankt: „Was der Atwoodschen Fallmaschine zu ihrer allgemeinen Verbreitung verholfen hat, ist eigentlich ein Missverständnis; sie ist erfunden worden, um die Beziehungen zwischen Kraft, Masse und Beschleunigung zu demonstrieren, und man verwendet sie heute, um einen verlangsamten freien Fall vorzuführen.“

Wirklich zu dem letzteren Zwecke — wenn man davon absieht, dass „verlangsamter freier Fall“ eben ein für allemal eine *contradictio in adjecto* ist — hat aber bekanntlich GALILEI die Fallrinne erdacht und benutzt. Es erhellt aus dieser Thatsache allein schon, dass das intuitive Erfassen der wesentlichen Gleichartigkeit zwischen freiem Fall und Fall an der schiefen Ebene nahe genug liegen muss, dass wer die Gesetze der letzteren Bewegung experimentell erforscht hat, auch etwas über erstere gelernt zu haben sich einbilden darf. Nach unserem heutigen Wissen wird diese Ahnung zu einer begründeten Einsicht freilich erst durch den Beweis, „dass die bewegende Kraft an der schiefen Ebene constant ist“. Aber hat GALILEI selbst¹⁰⁾ diesen Beweis gekannt? „Die deutliche und allgemeine Formulierung des Satzes vom Kräfteparallelogramm“ datiert ja erst von NEWTON.¹¹⁾ — Wem hier GALILEIS Vertrauen auf die Beweiskraft der Fallrinne für die Erkenntnis des freien Falles logisch verdächtig erscheint, der mag sich um so klarer ver-

⁸⁾ Von „dem alten AUGUST“, Direktor des Kölnischen Gymnasiums, zuerst angegeben (wie der Herausgeber mitteilt); jetzt meist als „HANDLS Fallkugeln“ bezeichnet.

⁹⁾ Stefan ist am 7. Januar 1893 gestorben. — „Zur Erinnerung an Josef Stefan“. Von v. Obermayer. Wien, Braumüller, 1893.

¹⁰⁾ MACH, *Die Mechanik in ihrer Entwicklung*, I. Aufl. S. 123.

¹¹⁾ MACH, a. a. O. S. 179.

gegenwärtigen, was denn er selbst stillschweigend voraussetzt, wenn er an der Fallmaschine ein Abbild des freien Falles zu geben verspricht? Doch eben jene Beziehung zwischen Beschleunigung, Kraft und Masse; genauer die Vorstellung, dass die beiden Träger und Belastungen nur als „Massen“ sich geltend machen, das Übergewicht durch die an ihm angreifende Kraft und durch seine Masse die Beschleunigung gegen die des freien Falles bestimmt. War und ist aber nicht eben diese Conception einer vom „Gewicht“ begrifflich zu sondernden „Masse“¹²⁾ so ziemlich die schwierigste der ganzen Mechanik?

Also: wir werden dem vierzehnjährigen Schüler den Beweis „dass die bewegende Kraft an der Fallmaschine constant ist“, noch ganz ebenso erlassen müssen, wie wir ihm den von PSCHIEDL vermissten Beweis beim ersten Vorführen der schiefen Ebene erlassen können, ihn aber wenige Wochen später als eine Anwendung des Parallelogrammsatzes nachtragen. — Aber lassen wir doch alle derlei theoretische Feinheiten beiseite und besinnen wir uns, welche Erscheinung dem Knaben näher liegt: die „Bewegung durch Überwucht“ an der Fallmaschine oder das Rollen einer Kugel auf dem schiefen Brett? Wenn nichts anderes, so hat er doch wohl die Art der Bewegung einer Kegelkugel beim Zurückrollen in der Rinne mit einigem Interesse verfolgt. Noch mehr Anknüpfungspunkte freilich gewährt dem kindlichen Interesse das Rollen eines Wagens über mehr oder weniger steile Bahnen; so verfehlt bei uns eine Erinnerung an die Semmeringbahn, was wohl einem losgekoppelten Waggon auf ihr geschehen würde u. dgl., ihre Wirkung einer „ersten Formalstufe“ („Vorbereitung“) niemals. Dies auch ein Hauptgrund, warum ich statt der Kugel das Wägelchen für den ersten Unterricht empfehlen zu sollen glaubte.

Aber auch wieder in sachlicher Hinsicht ist der Übergang von der schiefen Ebene zum freien Fall viel ungezwungener als von der Fallmaschine; der Grenzübergang von Schief zu Vertical drängt sich dem Denken, das sich einmal mit dem Einfluss verschiedener Neigung zu beschäftigen angefangen, von selbst auf. Und da auch das quantitative Gesetz hierfür — Proportionalität zur Höhe bei gleicher Länge — so völlig durchsichtig ist, auch wenn es bloss als Thatsache hingenommen und noch nicht theoretisch begriffen wird, so laden die Versuche mit verschiedenen Neigungen geradezu zum Inducieren des Wertes von g beim freien Fall ein; schwerlich ebenso ungezwungen die Beziehung $\gamma = p/(2M + m)$ an der Fallmaschine.

Sonach glaube ich die eingangs gestellte Frage so beantworten zu dürfen: Auf der Unterstufe nur die Fallrinne, bzw. die Schienenbahn; auf der Oberstufe zuerst Wiederholung der damals gefundenen Gesetze, von allen der phoronomischen, und erst beim Capitel „Masse“ die Fallmaschine (als Vorbereitung hierzu die im vorigen Aufsatz unter II. beschriebenen Versuche mit dem Aufhalten der das Wägelchen beschleunigenden Gewichte.) Hier dann auch Vergleichung der beiden Methoden zur „Verlangsamung“ des Falles (Kräftezerlegung — Subtraction der Kräfte bei Addition der Massen); Vergleichung des constructiven Vorteils der Fallmaschine, namentlich kleinerer und regelmässigerer Reibung; hingegen als ein geradezu das Princip der Vorrichtung selbst complicierender Umstand das gegen die in Anwendung kommenden Massen nie unbeträchtliche Trägheitsmoment der Rolle — wogegen das Trägheitsmoment der Kugel, welche ebenfalls das zunächst allein beabsichtigte Studium der rein fortschreitenden Bewegung stört, durch das Rollenlassen andersgestalteter Körper gesetzmässig variiert oder durch den Wagen, wenn seine Rädchen leicht sind gegen eine Gesamtmasse, annähernd eliminiert werden kann.

Also kurz: Fallmaschine oder Fallrinne? Antwort: *Suum cuique.*

¹²⁾ MACH, a. a. O. S. 202 ff.

Die Zeichnung von Kraftlinien elektrischer Ströme.

Von

Dr. A. Schülke in Osterode Ost-Pr.

Die mathematische Zeichnung von Kraftlinien und Potentialflächen elektrischer oder magnetischer Massen ist vielfach untersucht und zur Erklärung der Vorgänge benutzt worden, wie z. B. in dem weitverbreiteten *Lehrbuche von Müller-Pouillet-Pfaundler*. Bei den elektrischen Strömen hingegen findet man keine entsprechende Behandlung, vielleicht weil dabei erhebliche mathematische Schwierigkeiten auftreten, denn die Zeichnung der Kraftlinien eines Kreisstromes erfordert schon elliptische Integrale erster und zweiter Gattung (*Maxwell, Lehrbuch der Elektrizität 701, II S. 421*). Für unendlich lange, gerade, parallele Ströme kann man jedoch die Kraftlinien durch einfache Berechnung und Zeichnung finden. Die Figuren stimmen überein mit den Potentialflächen für unendliche, gleichförmig elektrisierte Linien (*Mascart und Joubert, Lehrbuch der Elektrizität 132, I S. 111*), die Ableitung ist jedoch — dem verschiedenen Ausgangspunkte entsprechend — eine vollständig andere.

I. Die Kraftlinien eines geradlinigen Stromes.

Nach dem BIOT-SAVARTSchen Gesetze ist die Wirkung eines Stromes i auf einen Magnetpol $K = 2i/r$, die Kraftlinien sind also concentrische Kreise. Soll die Kraftströmung zwischen zwei benachbarten Kreisen immer gleich sein, so muss $2i(r - r_1)/r = 2i(r_1 - r_2)/r_1 = 2i(r_2 - r_3)/r_2$ u. s. w. werden, also

$$r_2 = r_1 \cdot r_1/r = r_1 \alpha$$

$$r_3 = r_2 \cdot r_2/r_1 = r_1 \alpha^2$$

u. s. w.

Damit diese Kraftströmung gleich der Einheit wird, hat man noch $2i(r - r_1)/r = 1$ oder $r_1 = r \cdot (1 - 1/2i)$ zu setzen. Hierbei ist jedoch die Veränderlichkeit der Kraft zwischen r und r_1 nicht berücksichtigt, streng genommen ist vielmehr

$$2i \int_{r_1}^r \frac{dr}{r} = 1$$

$$r_1 = r e^{-1/2i}$$

Entwickelt man diesen Ausdruck in eine Reihe, so erhält man bei Vernachlässigung der höheren Potenzen den vorigen Wert. Für das willkürliche r wählt man am einfachsten den Wert r_0 , für welchen die Kraft $= 1$ wird, also $r_0 = 2i$; die n^{te} Kraftlinie erhält demnach den Halbmesser $r_n = r_0 e^{-n/2i}$ und dieser Ausdruck gilt auch für negative und gebrochene Werte von n . Die räumliche Lage der Kraftlinien erhält man, wenn man sich die Zeichnung in der Richtung des Stroms in gleichen Abständen wiederholt denkt. Damit die Strömung durch jede Kraftlinie constant gleich der Einheit wird, setzt man $h(r_n - r_{n+1})K = 1$, worin h den Abstand bezeichnet; und dies ergibt mit Rücksicht auf die Veränderlichkeit von K durch dasselbe Integral wie vorhin $h = 1$ cm.

II. Zwei parallele, gleichgerichtete Ströme.

Wenn J und i zwei unendlich lange, senkrecht zur Ebene der Zeichnung stehende Ströme bedeuten (Fig. 1), so wirkt auf einen beliebigen Punkt P die Kraft $2J/r$ in der Richtung PA und $2i/\rho$ in der Richtung PB . Denkt man sich noch zwei unendlich benachbarte Kraftlinien gezogen und zwar zu AP auf der Innenseite und zu BP auf der Aussenseite, so ist — weil die Kraftströmungen gleich sein sollen —

$$CP \cdot 2J/r = DP \cdot 2i/\rho \text{ oder } 2J/r : 2i/\rho = DP : CP.$$

Wegen der Ähnlichkeit der Dreiecke ADP und BCP (die unendlich kleinen Kreisbogen AP und BP sind als gerade Linien betrachtet) verhält sich $DP : CP = PA : PB$; demnach wirken auf P zwei Kräfte in den Richtungen PA und PB , die sich verhalten

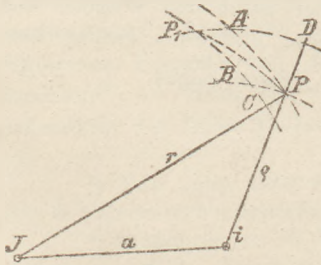


Fig. 1.

wie $PA : PB$ d. h. die Endkraft muss die Richtung der Eckenlinie PP , haben und dies gilt für alle weiteren Punkte. Hieraus ergibt sich folgende Regel für die Zeichnung von Kraftlinien zweier gleichgerichteter Ströme: Man berechne sich die Gleichungen $r_p = r_0 e^{-p/r_0}$ und $\rho_q = \rho_0 e^{-q/\rho_0}$ zunächst für mehrere ganzzahlige Werte von p und q , schlage um J Kreise mit den Halbmessern r_p sowie um i mit ρ_q und verbinde die Schnittpunkte aller Kreise, für welche die Summe der Ordnungszahlen $p + q$ eine konstante Grösse k ist. Sollten die Schnittpunkte zu weit auseinander liegen, so schaltet man ein oder mehrere Hilfskreise ein z. B. zwischen r_2 und r_3 noch $r_{2\frac{1}{2}} = r_0 e^{-2\frac{1}{2}/r_0}$.

Die Gleichung der Kraftlinien erhält man auf folgende Art. Es war

$$r = r_0 e^{-p/r_0}$$

$$\rho = \rho_0 e^{-q/\rho_0}$$

erhebt man die erste Gleichung in die r_0^k , die zweite in die ρ_0^k Potenz und multipliziert beide mit einander, so wird $r^{r_0} \rho^{\rho_0} = r_0^{r_0} \rho_0^{\rho_0} e^{-k}$ und alle Werte von r und ρ , welche diese Bedingung erfüllen, liefern die k^{te} Kraftlinie.

Die Kurven sind Lemniskaten ähnlich, die inneren bestehen aus 2 getrennten Zweigen (s. Fig. 2), die äusseren sind einfach; den Übergang bildet eine Figur mit einem Doppelpunkt, für welchen die Bedingungen gelten $r + \rho = a$ und $2J/r = 2i/\rho$. Hierdurch ist r und ρ bestimmt; setzt man ihre Werte in die Gleichung der Kraftlinie ein, so wird

$$e^{-k} = \left(\frac{a}{r_0 + \rho_0} \right)^{r_0 + \rho_0} \text{ oder } k = (r_0 + \rho_0) \log. \text{ nat. } \frac{r_0 + \rho_0}{a}$$

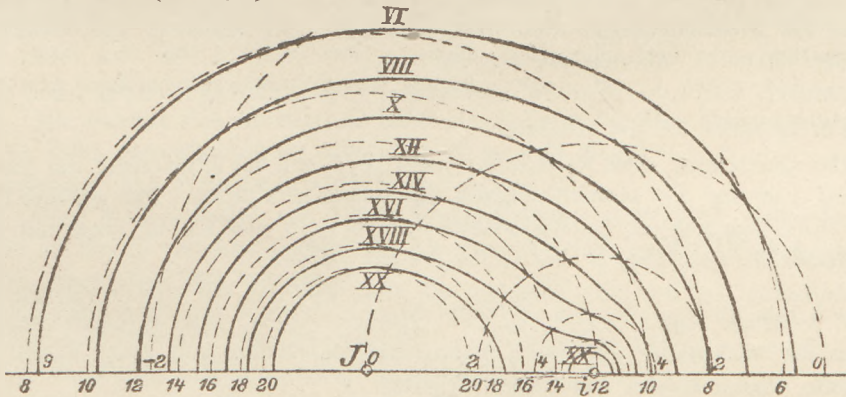


Fig. 2.

Die Fig. 2 ist gezeichnet für $2J = r_0 = 10$, $2i = \rho_0 = 3$ und $a = 3$ cm. Für $J = i$ erhält man regelmässige Lemniskaten.

III. Zwei parallele, entgegengesetzt gerichtete Ströme.

Ganz entsprechend lässt sich zeigen, dass man die Kraftlinien von entgegengesetzt gerichteten Strömen erhält, wenn man die jedem einzelnen Strome entsprechenden Kraftlinien aufzeichnet und die Schnittpunkte verbindet, für welche $p - q = k$ ist.

Die Gleichung dafür wird $\frac{r^{r_0}}{\rho^{\rho_0}} = \frac{r_0^{r_0}}{\rho_0^{\rho_0}} e^{-k}$. Ein Beispiel dafür liefert Fig. 3, welche für $2J = r_0 = 10$, $2i = \rho_0 = 3$ und $a = 3$ cm gezeichnet und dann auf die Hälfte verkleinert ist. Für $J = i$ erhält man Kreise, welche a harmonisch teilen.

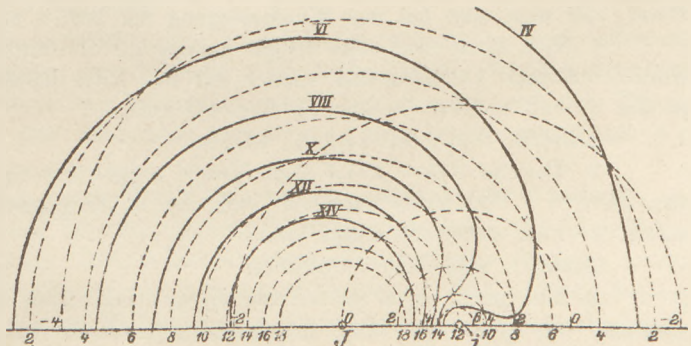


Fig. 3.

Physikalische Aufgaben.

28. Physikalische Aufgaben für einen Lehrgang über gleichförmige und ungleichförmige Bewegungen. (Schluss.)

Für b) sind geeignet:

1. Wenn nach Galileis Versuchsweise in einer 40 m langen glatten Rinne Kugeln in 8 Secunden hinabrollen, wie gross ist die Beschleunigung in der Richtung der Rinne und wie stark ist die Rinne gegen den Horizont geneigt?

Auflösung: $\frac{1}{2}g_1 \cdot 64 = 40$, also $g_1 = \frac{5}{4}$ m. Die Beschleunigung auf der schiefen Ebene verhält sich zur Beschleunigung beim freien Fall wie die Höhe der schiefen Ebene zu ihrer Länge, daher erhält man $\frac{5}{4} \cdot 9,8 = \sin w$ und $w = 7^\circ 20'$.

2. Wieviel Zeit würden die Kugeln in derselben Rinne gebrauchen, um die ersten 20 m zurückzulegen, und wie gross wäre jetzt ihre Geschwindigkeit?

Antwort: $t = 5,66$ Secunden und $v = 7,1$ m.

3. Wie stark müsste eine 50 m lange Rinne geneigt sein, damit eine Kugel in 10 Secunden durch dieselbe hinabrollte?

Antwort: $100 g \sin \frac{1}{2}x = 40$, $x = 4^\circ 41'$.

4. Welche Geschwindigkeit hatte eine durch eine geneigte Rinne geworfene Kugel, wenn sie bei einer Verzögerung von 2 m in der Sekunde 30 m weit hinaufrollte?

Antwort: $v = \sqrt{2 \cdot 2 \cdot 30} = 10,95$ m.

5. Ein Wagen, welcher auf einer schiefen Ebene hinabrollte, hatte eine Anfangsgeschwindigkeit von 2 m und 4 Minuten später eine Endgeschwindigkeit von 20 m. Wie gross war die Beschleunigung, wann hatte die Bewegung begonnen und welche Strecke war in den letzten 4 Minuten zurückgelegt?

Antwort: 0,075 m. Vor $26\frac{2}{3}$ Secunden. $0,075 (266\frac{2}{3}^2 - 26\frac{2}{3}^2)/2 = 263,95$.

Für c) stelle ich die Aufgabe:

Der Querschnitt eines Fallschirms misst 4 m² und der Widerstand der Luft beträgt 1,1 kg auf 1 m² bei 1 m Geschwindigkeit des fallenden Körpers. Bei welcher Geschwindigkeit würde demnach der Luftwiderstand dem Gewicht von 120 kg eines mit dem Fallschirm herabfallenden Körpers das Gleichgewicht halten?

Auflösung: Da der Luftwiderstand mit dem Quadrate des sich bewegenden Körpers zunimmt, so erhält man $x^2 \cdot 4 \cdot 1,1 = 120$, also $x = 5,2$ m. Für geringere Geschwindigkeiten ist der Widerstand der ersten Potenz der Geschwindigkeit proportional und man würde nach diesem Gesetz $x = 27,3$ m erhalten.

Für die Verbindung von gleichförmiger und ungleichförmiger Bewegung, wie sie in der Wurfbewegung gegeben sind, liefert bekanntlich der schiefe Wurf vortreffliche Übungsbeispiele. Zu der Wurfbewegung aber steht das Ausfliessen von Flüssigkeiten in so naher Beziehung, dass es zweckmässig und notwendig erschien, wenigstens ein paar Beispiele dafür hinzuzufügen. Sie folgen auf den senkrechten Wurf, mit dem man bei der Wurfbewegung am besten anfängt.

1. Wie hoch war eine Kugel gestiegen, die senkrecht in die Höhe geschossen wurde und nach 18 Secunden wieder auf die Erde herabfiel? Welchen Weg legte sie in der 4. und welchen in der 14. Secunde zurück?

Antwort: 396,9 m, 53,9 m, 44,1 m.

2. Die im Jahre 1779 vom Vesuv ausgeworfenen Steine erreichten eine Höhe von 3430 m. Wie gross berechnet sich ihre Anfangsgeschwindigkeit, wenn der Widerstand der Luft unberücksichtigt bleibt?

Antwort: $\sqrt{2g \cdot 3430} = 259,3$ m.

3. Ein nach unten geworfener Körper war nach 5 Secunden 180 m tief herabgefallen, wie gross war seine Geschwindigkeit durch den Wurf allein und mit welcher Endgeschwindigkeit kam er an?

Auflösung: $5x + 25g/2 = 180$, $x = 11$. Endgeschwindigkeit = 60 m.

Zuletzt folgen die Beispiele für den schiefen Wurf:

1. Eine unter dem Erhebungswinkel von 20° und mit der Geschwindigkeit von 500 m abgeschossene Kanonenkugel schlug nach 24 Secunden in die Erde ein, wie gross war die Schussweite?

Antwort: 11276 m. (Nach vorausgegangener Ableitung der Componenten von den Schülern ohne alle weitere Einhilfe zu finden).

2. Eine Kugel wird mit einer Geschwindigkeit von 500 m unter dem Erhebungswinkel von 12° abgeschossen, in welcher Höhe trifft sie einen 1500 m entfernten Erdwall?

Auflösung: Aus $1500 = 500 \cdot t \cos 12^\circ$ findet man $t = 3.1$ Secunden, so dass sich eine Höhe von 274 m ergibt. (Für den Schüler ist höchstens ein Hinweis darauf erforderlich, zuerst die Zeit zu suchen).

3. Eine Kugel wird mit einer Geschwindigkeit von 400 m und unter einem Winkel von 22° abgeschossen, wie gross ist die Geschwindigkeit derselben 2 Secunden vor ihrem Einschlagen in wagerechter Ebene?

Auflösung: Die horizontale Geschwindigkeit ist als unveränderlich anzusehen und $= 373,4$ m. Die Flugdauer der Kugel berechnet sich auf 30 Secunden, nach 28 Secunden war demnach die Kugel von der grössten Höhe aus 13 Secunden gefallen, so dass die Fallgeschwindigkeit 130 m betrug. Aus beiden Componenten erhält man 395,5 m.

4. Wie gross findet man die grösste Schussweite einer Kanonenkugel, deren Anfangsgeschwindigkeit bis auf 800 m gebracht wäre, wenn durch den Luftwiderstand der für den leeren Raum berechnete Weg um $\frac{1}{4}$ gekürzt werden müsste?

Auflösung: Aus $h = ct \sin \alpha - \frac{1}{2}gt^2 = 0$ erhält man $t = 2c \sin \alpha / g$ und daraus für die Schussweite den Ausdruck $c^2 \sin 2\alpha / g$, welcher für $d = 45^\circ$ seinen höchsten Wert erreicht. Setzt man nun $c = 800$ und $g = 9,81$, so ergibt sich eine Entfernung von 65239 m oder nach Abzug eines Viertels 48899 m.

5. Mit welcher Geschwindigkeit muss ein Stein unter dem Erhebungswinkel von 45° in die Höhe geworfen werden, damit er 35 m weit fliegt?

Auflösung: Aus $c^2 \sin 2\alpha / g = 35$ folgt $c = 18,7$ m.

6. Eine Kanonenkugel von 520 m Geschwindigkeit schlägt bei einem Erhebungswinkel von 6° 250 m vor dem gegebenen Ziele ein. Wieviel ist der Erhebungswinkel zu vergrössern, damit das Ziel erreicht wird?

Auflösung: Nach der Formel $c^2 \sin 2\alpha / g$ findet man für $\alpha = 6^\circ$ und $g = 9,8$ die Schussweite von 5737 m. Da dieselbe 250 m grösser sein muss, so erhält man zur Berechnung, des neuen Erhebungswinkels die Gleichung $520^2 \sin 2\alpha / g = 5987$, aus welcher sich $\alpha = 6^\circ 16'$ ergibt. Man hat also den Winkel von 6° um $16'$ zu vergrössern.

7. Unter den Erhebungswinkel von 25° soll eine Bombe nach einer 2000 m entfernten Stelle geworfen werden. Welche Geschwindigkeit muss dieselbe erhalten, und wie lange muss der Zünder brennen?

Auflösung: Aus $c^2 \sin 50^\circ / g = 2000$ findet man $c = 161,6$ und darauf aus $ct \cos 25^\circ = 2000$ den Wert von $t = 13,7$ Secunden.

8. Das aus einem Wasserbehälter 5 m unterhalb der Oberfläche nach unten abfliessende Wasser wird 3 m tiefer zum Betriebe eines hydraulischen Widders verwandt. Welche Geschwindigkeit hat es an der Verwendungsstelle, und wieviel mal mehr Wasser wäre zu derselben Arbeit in dem Stossheber erforderlich, wenn es im ganzen nur 1 m hoch herabfiele?

Auflösung: Weil das unter einer Druckhöhe von 5 m abfliessende Wasser die der Fallhöhe von 5 m entsprechende Geschwindigkeit besitzt, so ist seine Geschwindigkeit 3 m tiefer $= \sqrt{2 \cdot g \cdot 8} = 12,52$ m. Das Arbeitsvermögen des bewegten Wassers wächst mit dem Quadrat der Geschwindigkeit oder mit seiner Fallhöhe, wenn nur die Schwerkraft wirksam ist. Für den zweiten Fall wäre deshalb 8 mal mehr Wasser erforderlich.

9. Wie weit hat sich ein mit 7 m Geschwindigkeit wagerecht ausfliessender Wasserstrahl in 21 m horizontalen Abstandes von der Ausflussstelle gesenkt?

Antwort: In 3 Sekunden fällt das Wasser 44,1 m tief.

10. Wie gross ist der Parameter der von diesem Wasserstrahl gebildeten Parabel?

Auflösung: An der durch eine Figur darzustellenden Parabel bezeichnet man die Richtung der horizontalen Triebkraft als die der Y -Axe, die der Fallcomponente als X -Axe. Man erhält dann $y = 7t$ und $x = t^2 g/2$ oder $y^2 = x \cdot 98/g = 10x$. Der Parameter $2p$ der Parabel ist also = 10 Einheiten, nach den gegebenen Grössen = 10 m.

11. Aus einem 1,2 m hohen und bis oben gefüllten Fasse fliesst aus einer unten über dem Boden befindlichen Öffnung ein Wasserstrahl wagerecht aus und trifft den Erdboden, nach dem er 1 m tief gefallen ist. Wo könnte man über der ersten eine zweite Öffnung so anbringen, dass der aus derselben ebenfalls wagerecht ausfliessende Wasserstrahl am Erdboden mit dem ersten zusammenträfe?

Auflösung: Der horizontal austretende Wasserstrahl senkt sich in 0,45 Sekunden um einen Meter. Seine horizontale Geschwindigkeit beträgt $4,75 \text{ m} = \sqrt{2 \cdot 1,2g}$ m wegen der Druckhöhe des Wassers von 1,2 m. Also fliesst das Wasser in 0,45 Sekunden 2,14 m weit und erreicht in diesem Horizontalabstande von der Öffnung g den Erdboden. x Meter unterhalb der Oberfläche besitzt das Wasser eine seitliche Geschwindigkeit von $\sqrt{2gx}$ Meter und legt den horizontalen Abstand von 2,14 m in $2,14/\sqrt{2gx}$ Sekunden zurück. In derselben Zeit aber muss nach der Aufgabe der Fallraum von $1,2 + 1 - x$ Meter zurückgelegt werden und man erhält dafür $\sqrt{2(2,2-x)/g}$ Sekunden. So ergibt sich aus $2,14/\sqrt{2gx} = \sqrt{2(2,2-x)/g}$ für x der allein brauchbare Höhenabstand von 0,84 m.

Wenn es die Zeit gestattet, so kann die Zahl der Aufgaben mit gutem Erfolge für den Unterricht noch vermehrt werden, aber auch eine der hier angegebenen ähnliche Auswahl genügt nach meiner Erfahrung, um die Mehrzahl der Schüler eingehender, als es bei einer anderen Unterrichtsweise gelingt, in die Lehre von der gleichförmigen und ungleichförmigen Bewegung einzuführen. Die Aufgabe der letzten Reihe muss wegfallen, wenn die Gleichung der Parabel nicht bekannt ist, im übrigen halte ich es für wesentlich, die Zahl der Aufgaben nicht zu knapp zu bemessen; der Eindruck auf den Schüler wird nachhaltiger und wirksamer, wenn die Beschäftigung mit demselben Stoff nicht allzu schnell vorübergeht. Dabei hat man aber zugleich das Interesse stark zu berücksichtigen und ich bin darauf bedacht gewesen, demselben durch eine gewisse Abwechslung entgegenzukommen, ohne durch zu grosse Abweichungen das selbstständige Arbeiten zu erschweren. Zu geringe Anforderungen bei fast gleichen auf einander folgenden Aufgaben machen den Schüler gleichgültig, zu hohe Anforderungen schrecken ihn ab, und das letztere ist stets das grösste Hindernis, welches daher möglichst zu vermeiden ist. Man hat ein Mittelmass einzuhalten und es war meine Absicht, in der vorstehend gebotenen Auswahl sowohl nach dem Inhalt wie nach der Reihenfolge der Aufgaben meine Ansicht darüber darzulegen, wie man die erwähnte obere und untere Grenze in den Anforderungen beachten muss. Innerhalb der einzelnen Gruppen sind dabei die Forderungen möglichst fortschreitend zu steigern.

Die Auflösung der letzten Aufgabe erfordert eine grössere Unterstützung durch den Lehrer, für die übrigen genügt meist eine geringe Anleitung, oder sie können von dem Schüler ganz selbstständig gefunden werden. *W. Müller-Erbach, Bremen.*

Kleine Mitteilungen.

Zur didaktischen Behandlung der Brückenwage.

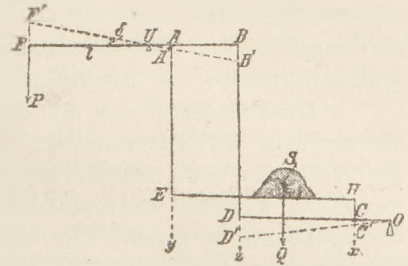
Von Dr. K. Zahradnick in Teschen.

Die Behandlung, welche die Lehrbücher und Handbücher der Physik bisher der Brückenwage angedeihen liessen, entspricht nicht ganz der genetischen Methode des Unterrichtes, insofern man dem Lernenden eine bestimmte Relation bloss dogmatisch mitteilt, ohne ihm auch das Woher und Warum derselben hinreichend begrifflich zu machen. Es

heisst da einfach: der Konstrukteur hat es so gemacht, dass $a : b = c : d$, worin $a = UA$, $b = UB$, $c = OC$, $d = OD$ bedeutet, und deshalb ist u. s. w.

Vielleicht wird der nachfolgende Gang didaktisch zweckmässiger erscheinen. Der Schüler hat bei ihm nichts mechanisch auswendig zu lernen und er erfährt durch ihn, warum bei einer richtigen und brauchbaren Brückenwage die obige Proportion unbedingt stattfinden muss.

Die irgendwo auf der Brücke befindliche Last werde in die beiden Componenten y und x zerlegt, die an den Endpunkten des zweiarmligen Hebels EH wirken, so dass $x + y = Q$. Die in H thätige Kraft x ruft in C den gleichen Druck und die in E wirkende Kraft y einen ebenso grossen Zug in A hervor. Die in C angreifende Kraft x wird ersetzt durch die in D bez. in B wirksame Kraft z , wobei das Drehmoment $z \cdot d$ gleich dem Momente $x \cdot c$ ist, daher $z = cx/d$. Die Gleichgewichtsbedingung lautet daher



$$P \cdot l = y \cdot a + bz = ay + \frac{bc}{d} x = a(Q - x) + \frac{bc}{d} x = aQ + x \left(\frac{bc}{d} - a \right).$$

Sollen nun die Angaben der Wage von der Lage der Last auf der Brücke, folglich auch von der Grösse x unabhängig sein, so muss der Coefficient von x gleich Null sein, d. h. $(bc/d) - a = 0$, oder $a : b = c : d$. Dann ist auch $Pl = aQ$.

Wollte man das Energieprincip bei der Ableitung dieser Gleichgewichtsbedingung benutzen, so denke man sich den Schwanenhals der Wage um den unendlich kleinen Winkel δ gedreht, wodurch die Angriffspunkte der Kräfte folgende Verschiebungen erfahren: $FF' = l\delta$, $AA' = a\delta$ und CC' .

Da die algebraische Summe sämtlicher Arbeiten gleich Null ist, so besteht die Gleichung $-P \cdot FF' + y \cdot AA' + x \cdot CC' = 0$. Aus $CC' : c = DD' : d = BB' : d$ ergibt sich $CC' = (c/d) \cdot b\delta$. Also ist

$$\begin{aligned} -P \cdot l\delta + y \cdot a\delta + x \cdot \frac{bc}{d} \delta &= 0 \\ -Pl + a(Q - x) + \frac{bc}{d} x &= 0, \end{aligned}$$

wie oben ermittelt wurde.

Einfacher Beweis, dass der Widerstand des Mittels dem Quadrat der Geschwindigkeit proportional ist.

Von Friedrich C. G. Müller in Brandenburg a. H.

Man stellt aus Kork und Messingdraht von 1 mm Stärke einen Körper der beigezeichneten Form her, welcher soeben im Wasser schwebt. Man wählt zu dem Zweck den Kork erst ein wenig zu gross und schneidet dann behutsam kleine Teilchen davon ab. Sollte dabei die Grenze überschritten werden, so braucht man nur etwas vom Draht abzufeilen. Wird der untere Haken nunmehr mit einem kleinen Übergewicht versehen, so sinkt der Körper in einem hohen Cylinder mit Wasser langsam zu Boden, und zwar, wie der Augenschein lehrt, mit gleichmässiger Geschwindigkeit. Zu den Übergewichten wählt man ein etwa 10 cm langes Stück feinen Messing- oder Eisendraht, knickt dasselbe zunächst zweimal doppelt zusammen und schneidet ein Viertel ab. Letzteres zu einem Haken gebogen benutzt man zuerst zu einem Fallversuch, darauf hängt man die anderen drei Viertel hinzu. Das Metronom ergiebt, dass bei Anwendung des vierfachen Gewichts die halbe Zeit verfliesst, bis der Körper den Boden erreicht, und damit ist das Widerstandsgesetz schlagend erwiesen. Es braucht kaum bemerkt zu werden, dass sich nach einem jeden Versuche der Körper mit Hilfe eines langen, unten zu einem Haken umgebogenen Drahtes leicht wieder an die Oberfläche befördern lässt.



Gefässbarometer mit Compensation.

Von E. E. Boehm in Berlin.

Wenn auch nicht von besonderem praktischen Werte, so doch von einigem theoretischen Interesse dürfte der Umstand sein, dass durch eine sehr einfache Abänderung die Angaben eines Gefässbarometers unmittelbar brauchbar gemacht werden können, abgesehen natürlich von der Reduktion auf 0° und den Meeresspiegel.

Man hat dabei nur die Thatsache ins Auge zu fassen, dass die Skala eines Barometers nicht ein Maassstab zur Messung beliebiger Längen sein soll, sondern eben nur den Druck der Luft in Millimetern angeben soll. Dabei braucht also die Skala ebenso wenig wie bei den Aneroidbarometern selber in Millimeter geteilt zu sein. Die Einteilung könnte in jedem Falle empirisch bestimmt werden, für den Fall, dass das Gefäss eine Kugel von bekanntem Radius und der Durchmesser der Röhre gegeben wäre, auch theoretisch. Ausserdem müsste noch bekannt sein, bis zu welchem Punkte die Kugel bei einem bestimmten Barometerstande gefüllt war, wobei dann das natürlichste wäre anzunehmen, dass bei dem Normalbarometerstande von 760 mm die Kugel gerade bis zur Mitte gefüllt ist. Steigt dann das Quecksilber im Gefäss um h , während es in der Röhre um h' sinkt, so muss erstens der Inhalt der körperlichen Kugelzone mit der Höhe h gleich dem Cylinder mit der Höhe h' sein, zweitens $h + h' = 1$ mm. Die Bestimmung von h und h' würde also die Lösung einer Gleichung dritten Grades nötig machen und könnte als eine eingekleidete Aufgabe verwendet werden.

Für jedes weitere Intervall würde die Rechnung andere Werte liefern, so dass die rechnerische Durchführung für einen grösseren Umfang der Skala recht umständlich wäre. Weit einfacher gestaltet sich natürlich die Sache, wenn man auch dem Gefäss eine cylindrische Gestalt giebt. Sind dann wieder bei 760 mm Druck die beiden Niveaus bestimmt, so ist bei gleicher Bezeichnungswiese wie oben $\pi r^2 h = \pi r'^2 h'$ also $h/h' = r'^2/r^2$ und $h + h' = 1$ mm, und diese beiden Gleichungen gelten für alle folgenden und vorhergehenden Intervalle in gleicher Weise. Da also $h'/(h + h') = r^2/(r^2 + r'^2)$ ist, so hätte man nur den Maassstab im Verhältnis $r^2/(r^2 + r'^2)$ zu verjüngen, um die direkte Ablesung brauchbar zu machen.

Der einfachste Specialfall des so construierten Gefässbarometers ist im Heberbarometer verwirklicht. Sind bei demselben beide Schenkel thatsächlich gleich weit, so ist die doppelte Ablesung eigentlich überflüssig. Man hat nur nötig, bei der Füllung einen Punkt der in halbe Millimeter geteilten Skala festzustellen, oder, was auf dasselbe hinausläuft, die von diesem Punkte aus gemessenen ganzen Millimeter doppelt genommen zu addieren resp. zu subtrahieren.

Da übrigens bei einem Barometer mit cylindrischem Gefäss, ebenso wie beim Heberbarometer, die Differenz der Depressionen in Wesentlichen constant bleibt, so würde auch der hieraus entstehende Fehler einfach beseitigt werden, wenn der feste Punkt der Skala nicht durch direkte Messung sondern empirisch durch Vergleichung mit einem Normalbarometer ermittelt würde.

Über die Verwendbarkeit der Gasanalyse im Schulunterricht.

Von Friedrich C. G. Müller in Brandenburg a. H.

Die von CL. WINKLER und W. HEMPEL entwickelten und in deren Lehrbüchern der technischen Gasanalyse beschriebenen Methoden der Gasanalyse mittels Gasbürette und Gaspipette sind so einfach, schnell und leichtverständlich, dass darnach auf industriellen Werken gewöhnliche Arbeiter CO_2 , O , CO bestimmen. Aber sie sind auch ganz vorzüglich zu Demonstrationen geeignet, selbst im Anfangsunterricht. Ich habe seinerzeit eine auch in dieser Zeitschrift (IV 251) veröffentlichte und abgebildete, besonders für den Unterricht bestimmte, Anordnung des Apparats getroffen, die den Vorzug grösserer Bequemlichkeit und Geschlossenheit bietet. Derselbe kann auch als Explosions-Eudiometer angewendet werden. Um namentlich zu zeigen, dass bei der Wasserbildung Wasserstoff und Sauer-

stoff sich im Volumverhältnis 2 : 1 vereinigen, zieht man in die Bürette 50 T. Wasserstoff und 50 T. Luft, treibt zur Herbeiführung einer sofortigen Mischung den Inhalt in eine Wasser enthaltende Gaspipette, schüttelt eine Secunde und zieht ihn wieder zurück. Nachdem oben und unten die Hähne geschlossen, wird durch den Funken einer Leydener Flasche mittels der oben eingeschmolzenen Platindrähte die Explosion bewirkt. Hinterher treten beim Öffnen des unteren Hahns genau 32 T. Wasser ein, also das Dreifache des nach früheren Versuchen mittels glühenden Kupfers und der Phosphorpipette in 50 T. Luft enthaltenen Sauerstoffs. Wenn nun ein Mitarbeiter dieser Zeitschrift in RETHWISCHS Jahresbericht derartige Apparate und Versuche als für Schulzwecke zu verwickelt erklärt, so scheint mir dies Urteil nicht der praktischen Erfahrung entsprungen zu sein. Ich muss sagen, dass es schwerlich einfachere und klarere messende Versuche giebt. Die Chemie bietet leider nicht viel exakte, quantitative Untersuchungsmethoden, die sich auch im Unterricht vorführen lassen. Deshalb wollen wir mit Freude zugreifen, wenn solche aufgefunden werden. Ich kann jedem Chemielehrer nur dringend empfehlen, den gedachten Apparat zu erwerben nebst zwei einfachen Gaspipetten für Kalilauge und Wasser, einer zusammengesetzten mit Kupferchlorürlösung und einer Phosphorpipette. Man wird nicht nur von der vielseitigen Verwendbarkeit, sondern auch von dem Interesse und Verständnis bei den Schülern überrascht sein. Der Apparat ist jederzeit zum Gebrauche fertig, beansprucht fast gar keine Zeit und Mühe und giebt nach spätestens 5 Minuten eine zuverlässige Antwort.

Das Gesagte möge an einem Beispiele klar werden, welches auch noch aus andern Gründen von Interesse ist. Als ich die Darstellung der Schwefelsäure mit dem III 35 d. Zeitschr. angegebenen Apparate im vorigen Jahre zeigte, kam ich auf den Gedanken, ob der Brenner auch reines SO_2 liefere und nicht unverzehrten O_2 durchliesse. Sofort wurde die Gasbürette aufgestellt und mit dem Gas vollgezogen. Kalilauge verschluckte 86,5 Vol., in der Phosphorpipette blieben nur 1,8 Vol. Der Rest ist durch Undichtigkeiten im Verlauf mehrerer Wochen in den Sauerstoffgasometer eingedrungenes Stickgas.

Demonstration der Löslichkeitsverhältnisse von Sauerstoff, Stickstoff und Kohlendioxid in Wasser.

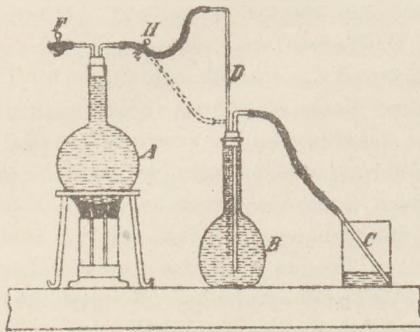
Von Friedrich C. G. Müller in Brandenburg a. H.

Man füllt eine Gaspipette mit ausgekochtem, in einem festgeschlossenen Kolben, also im luftleeren Raume, erkaltetem Wasser. Saugt man nun Sauerstoff in die Bürette, treibt ihn in die Pipette und schüttelt eine Minute heftig, so fehlen nach dem Zurücksaugen etwa 3 %. Da die Pipetten-Kugel etwa halb von dem Gase voll wird, entspricht diese Zahl auch der Löslichkeitsziffer. Derselbe Versuch mit Stickgas ausgeführt, ergibt nur 1,5 Procent. Dies Gas erhält man jederzeit sehr bequem aus der Phosphorpipette, die man voll Luft gesogen. H_2 und CO lösen sich ebenso wenig. Kohlendioxyd wird vollständig verschluckt, aber von einer zweiten Bürette voll löst sich nur noch wenig. — Es ist wünschenswert, wenn auch nicht notwendig, da wo es sich um die Absorption nur weniger Procente handelt, eine besondere unten verengte und oben entsprechend erweiterte Gasbürette zu verwenden.

Ich erwähne hierbei noch eine Thatsache, welche nicht in den Büchern steht, aber die Genauigkeit der Gasanalysen beeinträchtigen kann und für die chemische Technologie nicht ohne Bedeutung ist. Erneuert man nach dem Versuch mit Sauerstoff das Wasser in der Pipette nicht, so zeigt sich hinterher beim Schütteln mit Stickstoff keine Absorption, sondern vielmehr eine Zunahme von etwa 1 %. Diese Zunahme rührt von Sauerstoff her der fast ganz aus der Lösung geht. Noch auffallender zeigt sich die Erscheinung mit CO_2 und N_2 . Bekanntlich hängt die Löslichkeit eines Gases nicht sowohl von dem Druck ab, sondern im Gemenge mit einem andern Gas auch von dem Teildrucke. Unser Versuch zeigt nun, dass ein schon aufgelöstes Gas in die Atmosphäre eines andern Gases austritt, wie in den leeren Raum.

An die vorstehenden synthetischen Versuche schliessen sich Analysen über Menge und Beschaffenheit der in Naturwässern enthaltenen Gase.

Zum Austreiben der Gase stellte ich den in der Figur abgebildeten Apparat zusammen, der sich bei einer grösseren Zahl von Klassenversuchen als zweckentsprechend erwies.



A fasst etwa 2 Liter, *B* und *C* je $\frac{1}{2}$ Liter. *A* wird vollständig mit dem zu untersuchenden Wasser gefüllt, *B* ganz und *C* einige Centimeter hoch mit ausgekochtem Wasser. Um die nach dem Aufsetzen der Stopfen in den Röhren und Schläuchen vorhandene Luft zu beseitigen, saugt man bei geöffneten Quetschhähnen *F* und *H* bei *F*. Nun wird bei geöffnetem *H* das Wasser in *A* erhitzt und 5 Minuten in gelindem Kochen erhalten. Dampf, Gase und etwas Wasser treten nach *B* und drücken einen Teil des Sperrwassers nach *C* hinüber. Zum Schluss

schiebt man das Rohr *D* aus der gezeichneten Stellung bis fast auf den Boden von *B*, schliesst *H* und öffnet *F*. Das ausgetriebene Gas steht nunmehr im Halse von *B* und kann sofort in die Gasbürette übergeführt werden, indem man den Schlauch *H* damit verbindet, das Rohr *D* hoch zieht und *C* in ein höheres Niveau bringt. Um die Zusammensetzung festzustellen, lässt man zuerst CO_2 in der KOH -Pipette, dann O_2 in der P -Pipette absorbieren; der Rest ist N_2 .

Bei den letzten Klassenversuchen am 3. Nov. v. J. erhielten wir mit Wasser aus der Havel und dem Schulhofbrunnen die nachfolgenden Zahlen.

	Havel	Brunnen
Menge	2,7 %	6,2 %
CO_2	9,8	72,0
O_2	30,0	4,2
N_2	60,2	23,8

Welche lehrreichen und für das Verständnis der Natur wichtigen Schlüsse sich an diese Zahlen knüpfen, braucht wohl nicht entwickelt zu werden.

Beziehungen zwischen Farbenskala und Tonleiter.

Von Prof. L. Pilgrim in Ravensburg.

Schon Newton bestimmte die Dicke der Luftschichten, welche die verschiedenen Farben reflektieren und fand dieselbe dem Brechungsverhältnis verkehrt proportional. Die Dicke, welche der Grenze des Roten entspricht, setzte er = 1 und stellte für die den übrigen Farbengrenzen, Rot-Orange u. s. w., entsprechenden Dicken die Zahlen $(\frac{3}{9})^{\frac{2}{3}}$, $(\frac{4}{5})^{\frac{2}{3}}$, $(\frac{3}{4})^{\frac{2}{3}}$, $(\frac{2}{3})^{\frac{2}{3}}$, $(\frac{3}{5})^{\frac{2}{3}}$, $(\frac{8}{15})^{\frac{2}{3}}$, $(\frac{1}{2})^{\frac{2}{3}}$ auf. Er ging davon aus, dass das Farbenintervall Rot-Violett einer Oktave entsprechen müsse, die Hochzahl $\frac{2}{3}$ scheint empirisch zu sein. Die folgende Tabelle zeigt aber, dass sich leicht eine Farbenskala aufstellen lässt, bei welcher die Schwingungszahlen in denselben Verhältnissen stehen wie in der Tonleiter.

Es bedeutet *Z* die Zahl der Tonschwingungen, *z* die Zahl der Lichtschwingungen, λ die Wellenlänge in $\mu\mu$ und *F. L.* die Fraunhofer'sche Linie.

Ton	$\frac{Z}{65,25}$	$z : 10^{12}$	λ	Farbe	F. L.	λ
Ces	24 : 25	414,72	723,4	rot	A	760,4
C	1	432	694,4		B	686,7
Cis	25 : 24	450	666,7		C	656,2

Ton	Z	z : 10 ¹²	λ	Farbe	F. L.	λ
	65,25					
Des	27 : 25	466,56	643,0			
D	9 : 8	486	617,3	orange	D ₁	589,5
Dis	75 : 64	506,25	592,6		D ₂	588,9
Es	6 : 5	518,4	578,7	gelb		
E	5 : 4	540	555,6			
Fes	32 : 25	552,96	542,5			
Eis	125 : 96	556,25	533,3	grün	E	527,1
F	4 : 3	576	520,8			
Fis	25 : 18	600	500,0			
Ges	36 : 25	622,08	482,3	blau	F	486,1
G	3 : 2	648	463,0			
Gis	25 : 16	675	444,4			
As	8 : 5	691,2	434,0	violett	G	430,7
A	5 : 3	720	416,7		H	396,7
Ais	125 : 72	750	400,0		K	393,3
B	9 : 5	777,6	385,8	lavendel	L	381,9
H	15 : 8	810	370,4	blau ¹⁾	M	372,9

Aus der Tabelle geht hervor, dass die Schwingungszahlen der Farbentöne ungefähr das Billionfache derjenigen von σ -dur betragen. Auch wenn man dem mittleren Rot entsprechend $435 \cdot 10^{12}$ Schwingungen annimmt, stimmen die Farben mit den Tönen hinreichend überein; in diesem Falle wäre das Zahlenverhältnis von Farbenskala und σ -dur genau eine Billion.

Blitzschlag und Bäume.

Von W. Weiler in Esslingen.

Versuche mit der Reibungs- oder Influenzmaschine.²⁾

1. Man setze auf den Conduktor einer Elektrisiermaschine, deren anderer Conduktor zur Erde abgeleitet ist, der Reihe nach 20 bis 40 cm lange, annähernd gleich dicke, frische, aber entlaubte Zweige von Eiche, Weide, Buche, Tanne, Nussbaum u. s. w., nähere ihnen, während die Maschine im Gange ist, einen Fingerknöchel von oben oder unten beginnend und merke die Funkenstärke, die von jedem Zweig in gleichen Höhen überspringen. Die Leitungsfähigkeiten der Zweige werden in folgender Reihe abnehmen: Eiche, Pappel, Birke, Buche, Nussbaum, Tanne. d. h. je ölhaltiger und harzreicher die Zweige sind, desto grösseren Widerstand setzen sie dem Durchgang der Elektrizität entgegen (Janesco).

2. Verwende eine gleiche Reihe solcher Zweige, die aber getrocknet sind. Der Widerstand der Zweige ist zwar gewachsen, aber ihre Leitungsfähigkeiten stehen in demselben Verhältnis wie im ersten Versuche.

3. Stecke eine gleiche Reihe solcher Zweige auf, die nach dem Trocknen in Äther entölt und entharzt worden sind. Die Leitungsfähigkeit aller dieser Zweige ist nahezu dieselbe; dasselbe gilt auch für abgestorbene Zweige.

4. Stecke auf den Conduktor der Reihe nach annähernd gleich grosse, grüne Blätter der Eiche, Buche, Weide, des Nussbaumes oder, wenn die Maschine es erlaubt, beblätterte Zweige. Hält man den Knöchel über das Eichenblatt, so erhält man ziemlich starke Funken, über dem Buchenblatt bildet sich ein Lichtbüschel. Die vielen

¹⁾ Quarzprisma.

²⁾ Wenn die Maschine zu einem Versuch nicht ausreicht, wird man mit der Verstärkungsflasche operieren.

feinen Haare und Wimpern des Buchenblattes lassen elektrische Funken nicht leicht aufkommen, wogegen die kahlen Blätter der Eiche die elektrischen Ausströmungen nicht begünstigen.

5. Stecke einen Zweig in die feuchte Erde und einen zweiten gleichen in die Bohrung eines Steines, etwa eines Kalksteines, lasse von dem nicht abgeleiteten Conduktor mittels eines Ausladers Funken auf die Zweige überschlagen. Der in der feuchten Erde stehende Zweig wird leicht durchgeschlagen, der andere nur mit sehr hohen Spannungen.

Folgerungen aus diesen Versuchen.

Der Blitz wird die Bäume um so eher aufsuchen, d. h. die in ihnen und in ihrem Untergrund vorhandene Elektrizität verteilen und mit der entgegengesetzten sich verbinden, je weniger sie Harze und Öle enthalten; er wird diejenigen Bäume leichter treffen, welche wenige Ausstrahlungsorgane besitzen und endlich wird er diejenigen Bäume aufsuchen, die durch ihre Stellung zum Erdreich ihm den leichtesten Weg zum Ausgleich darbieten.

Für die Praxis.

Abdichtung von Luftpumpen. Von F. C. G. Müller in Brandenburg a. H. Mit unserer grossen zweistiefeligen Ventilluftpumpe konnte ich trotz aller Reparaturen die Verdünnung kaum auf 10 mm bringen, weil Boden oder Kolbenventile irgendwie nicht ganz dicht schlossen. Schliesslich kam ich mit dem besten Erfolge auf den Gedanken diese Teile ganz unter Öl zu setzen. Man giesst, während die Pumpe langsam geht, gutes Olivenöl in das Loch des Tellers. Dasselbe wird angesogen und durch die Kolbenventile gedrückt. Sobald sich über dem Kolben eine Schicht von wenigen Millimetern gesammelt hat arbeitet die Pumpe wie sie muss. Nach Beendigung der Versuche ziehe ich den Grassmannschen Hahn heraus und stelle ein Schälchen unter, worin sich das langsam durchsickernde Öl sammelt.

Ausdehnung einer Stange durch Wärme. Von K. Fuchs in Pancsova. Zur Erwärmung der Stange empfiehlt sich eine blecherne oder selbst hölzerne Rinne von einigen Decimetern Länge. Man giesst in die Rinne einige cm^3 Spiritus und lässt diesen abbrennen. Das eine Ende der zu erwärmenden Stange legt man auf eine beliebige Unterlage, das andere Ende auf ein aufrecht stehendes Stückchen Spiegel, das sich in Folge der Verlängerung der Stange etwas neigt. Projiziert der Spiegel das Bild einer Lichtquelle auf einen Schirm, so zeigt die Bewegung des Bildes die Ausdehnung der Stange durch die Wärme an.

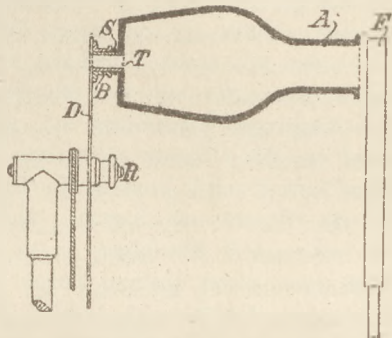
Schräge Beleuchtung. Von K. Fuchs in Pancsova. Dass schräg einfallendes Licht eine Ebene schwächer beleuchtet als senkrecht einfallendes, zeige ich folgendermassen: Zwei Quadratdecimeter von Pappe sind an einer Seite mit einander verbunden. Ich klappe sie zusammen und lasse Licht senkrecht darauf fallen. Nun schlage ich die obere Klappe allmählich auf. Ihr Schatten bedeckt dann, je mehr ich sie aufklappe, einen um so kleineren Teil der festen Klappe. Sie fängt also offenbar auch um so weniger Licht auf, ist also um so schwächer beleuchtet.

Zur Katoptrik. Von K. Fuchs in Pancsova. Die Theorie des Brennsiegels lässt sich auf folgende Weise schön veranschaulichen. Man nimmt Bauhölzchen, wie sie die Kinder haben, 3 cm im Quadrat, 8 cm hoch, und klebt an eine Langseite eines jeden ein eben so grosses Spiegelchen. Auf den Tisch oder einen grossen Bogen Zeichenpapier zeichnet man eine Parabel oder sonstige Spiegelcurve und stellt längs dieser die Hölzchen so auf, dass die Spiegel die Curve berühren. In grösserer Entfernung davon stellt man ein Kerzchen von etwa 10 cm Höhe auf den Tisch. Die reflektierten Strahlen eines jeden Spiegels liefern dann je ein Strahlenband, das sich scharf auf der Tischplatte abzeichnet und alle diese Bänder schneiden sich in einem Punkte. Man kann die Hölzchen auch längs einer Ellipse aufstellen und die Kerze in einen Brennpunkt stellen; die reflektierten Strahlenbänder schneiden sich dann im zweiten Brennpunkt. Vgl. diese Zeitschrift II 64.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Akustischer Apparat. Von ALFRED M. MAYER. *Phil. Mag.* (5) XXXVII 411, 1894.
Der Apparat ermöglicht es, einer grösseren Anzahl von Hörern gleichzeitig die Verschmelzung der Empfindungen einzelner Tonstösse zu einem andauernden und gleichmässigen Ton zu zeigen. Ein Messingrohr *T* von 1,25 cm innerem Durchmesser und 1,8 cm Länge ist in eine Bodenöffnung der Flasche *A* eingekittet. Ist die Röhre *T* verschlossen, so spricht die Luft in der Flasche kräftig auf den Ton einer ut_2 -Stimmgabel *F* an; ist sie aber offen, so resonanziert die Flasche nur ganz schwach. Wird die Röhre mehrmals in der Secunde geöffnet und geschlossen, so nehmen wir abwechselnd ganz starke und ganz schwache Töne wahr. Das Öffnen und Schliessen der Röhre wird durch Scheibe *D* bewirkt, welche 16 Löcher hat und mittels eines Rotationsapparates *R* gedreht wird. Die Röhrenöffnung steht der Lochreihe dicht gegenüber. Eine Hülse *B* ist auf die Röhre *T* gut aufgepasst; ihre eine Flantsche wird durch die Spiralfeder *S* gegen die Scheibenfläche *D* gedrückt; die Reibung beider Flächen wird durch Einölen möglichst klein gemacht. Die Röhre *T* ist also völlig offen, wenn ein Scheibenloch mit der Röhrenöffnung zusammenfällt, und gänzlich geschlossen, wenn die Flantsche von *B* zwischen zwei benachbarten Scheibenlöchern steht.



Die Stimmgabel wird durch einen Elektromagneten in Schwingungen versetzt. Bei langsamer Umdrehung der Scheibe nimmt man kräftige Tonstösse wahr, die um so schneller aufeinanderfolgen, je mehr man die Umdrehungsgeschwindigkeit der Scheibe vergrössert, bis bei einer bestimmten Geschwindigkeit die Tonstösse zu einem gleichmässigen Tone ut_2 verschmelzen. Dieser Ton wird noch von einem anderen, tieferen begleitet, dessen Vorhandensein aber die deutliche Wahrnehmung der Verschmelzung nicht beeinträchtigt.

Bei der Anfertigung des Apparates sind folgende Masse zu beachten: Der Durchmesser des Flaschenmundes war 3 cm, die Flaschentiefe 16,25 cm und der Inhalt der Flasche nebst der Röhre *T* 483 cm³.

M.

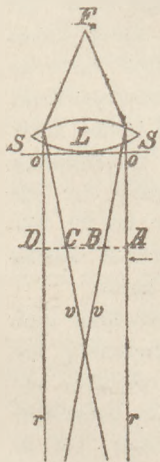
Versuche zur Veranschaulichung der Wolkenbildung. Um die Frage nach der Wolkenbildung zu beantworten, hat man die Bedingungen zu untersuchen, unter denen Abkühlung in der Atmosphäre eintritt. Diese kann im wesentlichen auf drei verschiedenen Wegen erfolgen: 1. durch Wärmeabgabe an die kalte Erd- oder Meeresoberfläche, 2. durch Mischung ungleich warmer, gesättigter oder dem Sättigungspunkte naher Luftmengen und 3. durch Ausdehnung der Luft infolge von Druckänderung ohne gleichzeitige ausreichende Wärmezufuhr. Von diesen verschiedenen Arten der Abkühlung ist die letztere die ausgiebigste. Herr W. v. BEZOLD gab in einem Vortrage, den er am 29. November 1893 in der Urania gehalten hat, einige einfache Versuche an, durch welche man sich von der Wirkung dieser Ursachen ein anschauliches Bild verschaffen kann:

Füllt man ein Becherglas etwa zu einem Drittel mit Wasser und erwärmt man es in einem Sandbade ungefähr auf 50 bis 60 Grad, während man es gleichzeitig mit einer Glasplatte bedeckt hat, so erfüllt sich der Raum über dem Wasser reichlich mit Dampf, der jedoch vollkommen unsichtbar bleibt, da sich die Wandungen des bedeckten Glases gleichzeitig erwärmen und deshalb nicht wohl Ausscheidung von Wasser, sei es als Beschlag oder als Nebel, eintreten kann. Sollte sich übrigens doch ein leichter Beschlag gebildet haben, so kann er durch geeignete Bewegung des Glases leicht weggespült werden. Hebt man nun den Deckel ab und bringt man in den mit Wasser-

dampf gefüllten Raum ein kleineres Becherglas, das Eisstücke enthält, so beschlägt sich nicht nur das letztere sofort, sondern es bilden sich auch durch Mischung der an dem kalten Glase herabsinkenden abgekühlten Luft mit dem wärmeren Dampfe dichte Nebel, die auf das warme Wasser herabsinken. Dieser Versuch erläutert die Niederschlagsbildung sowohl durch Abkühlung der Luft an einem kalten festen Körper, als durch Mischung.

Die Nebelbildung durch Ausdehnung machte Herr v. BEZOLD nach dem Vorgange von Herrn KIESLING in folgender Weise sichtbar: Ein grosser Glasballon, der etwas Wasser enthält, ist mit einem durchbohrten Stöpsel verschlossen. Der letztere trägt ein Rohr, das mit einem Glashahn versehen ist. Verdünnt man nun die Luft in dem Ballon durch Ausaugen mit dem Munde und öffnet dann den Hahn, den man unmittelbar nach dem Ausaugen geschlossen hat, so dringt Luft ein, und nimmt zugleich ein wenig Rauch eines vor die Öffnung gebrachten Feuerschwammes mit, oder was noch besser ist, eine Spur von Dampf brennenden Schwefels, wie ihn jedes gewöhnliche Schwefelhölzchen liefert. Presst man hierauf, ebenfalls mit dem Munde, durch das Rohr Luft ein, so hat man nach Abschluss durch den Hahn comprimirt feuchte Luft in dem Ballon. Lässt man diese alsdann durch Aufdrehen des Hahnes rasch ausströmen, so dehnt sie sich aus und kühlt sich infolge dessen ab und der Ballon erfüllt sich mit Nebel. Dies würde jedoch nicht eintreten, wenn man die Luft vorher durch Schütteln mit Wasser von allem Staube befreit hätte. Eben deshalb ist es, um sicheres Gelingen des Versuches verbürgen zu können, notwendig, zuerst eine kleine Spur von Rauch oder Schwefeldampf in das Gefäss zu bringen. (*Himmel und Erde VI 208, 1894*). M.

Zur chromatischen Aberration der Linsen. Herr LEONHARD WEBER theilte darüber in einer Sitzung der Photographischen Gesellschaft in Kiel einige lehrreiche Versuche mit. Man bedecke die Öffnung einer einfachen nicht zu kleinen Linse mit einem undurchsichtigen Schirm und bohre auf dessen wagrechte Mittellinie symmetrisch zwei kleine Löcher *OO* von etwa 1–2 mm Durchmesser in der Nähe des Linsenrandes hindurch. Vor eine gelbe Natriumflamme wird ein lotrechter Spalt von ungefähr $\frac{1}{2}$ mm Breite, welcher die Rolle eines Lichtpunktes spielt, in den Brennpunkt der Linse gesetzt. Durch die beiden Löcher des Schirmes treten zwei parallele Strahlenbündel aus. Nun entferne man sich 10 oder 20 m von der Linse, schliesse das eine Auge und bringe das andere in die Richtung der beiden Strahlenbündel. Hat man das Auge genau in das Strahlenbündel *r* gestellt, so sieht man das betreffende Loch des Schirmes mit grosser Stärke sternartig aufleuchten. Verschiebt man den Kopf um den Abstand der beiden Schirmlöcher *OO* nach der geeigneten Seite, so sieht man das andere Loch aufleuchten. Ist der Abstand gleich dem Pupillenabstand, so sieht man gleichzeitig mit beiden Augen die hellblinkenden Schirmlöcher. Die kleinste Bewegung des Kopfes bewirkt dann schon, dass die beiden Lichtpunkte ungleich hell erscheinen.



Ganz anders wird die Erscheinung, wenn als Lichtquelle gewöhnliches Lampen- oder Kerzenlicht verwandt wird. Stellt man den Spalt nun in den Brennpunkt für rotes Licht, so treten nur die roten Strahlen parallel durch die beiden Schirmlöcher aus, während die übrigen Strahlen schon in endlicher Entfernung zur Convergenz kommen. Am nächsten der Linse findet die Vereinigung der beiden violetten Strahlenbündel statt. Die Folge hiervon ist, dass man nun die beiden Schirmlöcher als zwei in prächtigen Spektralfarben glänzende Sterne wahrnimmt. Geht man z. B. mit einem Auge seitlich etwa von rechts her in der Richtung *ABCD* durch den Weg der Lichtstrahlen, dann blitzt zunächst der rote Stern des rechten Schirmlochs auf. Die Farbe geht allmählich durch orange, gelb, grün,

blau, indigo in violett über, und wenn die Entfernung von der Linse hierbei noch innerhalb der Vereinigungsweite der violetten Strahlen liegt, so folgt nun ein kurzes Erlöschen

des Lichtes von *B* bis *C*, dann leuchtet das zweite Schirmloch in violettem Licht auf, und die Farben folgen sich bis *D* in umgekehrter Reihenfolge. Der den roten Strahlen zugehörige Brennpunkt liegt am weitesten von der Linse. Rückt man daher den Spalt ein wenig näher zur Linse, so sieht man die rote Farbe in Orange übergehen. Rückt man den Spalt etwas weiter von der Linse fort als dem Brennpunkte der roten Strahlen entspricht, so werden alle Strahlen convergent. Der Schnittpunkt der roten Strahlen liegt am fernsten, der der violetten am nächsten. Man findet den Schnittpunkt leicht auf, wenn man nur mit einem Auge beobachtet und die Stellen aufsucht, an denen beide Sterne dem einen unverrückt festgehaltenen Auge gleichhell und gleichfarbig erscheinen.

Die sphärische Aberration lässt sich feststellen, indem man ausser dem einen Paare von Löchern noch ein weiteres, der Mitte näher gelegenes Lochpaar in den Schirm bohrt. Man beobachtet alsdann, dass die Randstrahlen in allen Farben näher bei der Linse convergieren als die mehr der Mitte zu gelegenen. Man sieht deswegen beispielsweise von demselben Punkte aus das äussere, am Rande der Linse gelegene Lochpaar rot, das innere dagegen in einer brechbareren Lichtart z. B. grün. Bei Anwendung einer achromatisierten Linse verschwinden die prächtigen farbigen Sterne und machen gleichmässig in der Farbe der Lichtquelle erstrahlenden Platz. Will man auf diesem Wege auch die Brennweiten einer Concavlinse für die einzelnen Farben ermitteln, so muss man an Stelle eines Lichtspaltes deren zwei anwenden.¹⁾ (*Central-Zeitung f. Optik u. Mechanik XIV 241.*)

M.

2. Forschungen und Ergebnisse.

Über den Einfluss des Mondes auf den elektrischen Zustand der Erde. Von EKHOLOM und ARRHENIUS. (*Svenska Vet.-Akad. 19 I. 1894*). Durch den von Richter und von Köppen (*Met. Ztschr. 1885 u. 1888*) nachgewiesenen Zusammenhang zwischen der Häufigkeit der Gewitter und der Mondphase wurden die Verfasser dazu geführt, nach einer durch den Mond bewirkten periodischen Änderung des Potentialgefälles der Luft zu suchen, durch welche die Gewitterfrequenz secundär beeinflusst werde. Der Kant-Laplace'schen Hypothese entsprechend müsse man annehmen, dass alle dem Sonnensystem angehörenden Himmelskörper mit gleichartiger, nämlich negativer Elektrizität geladen seien. Infolge des verteilenden Einflusses des Mondes müsse eine Zunahme der Zenithdistanz des Mondes an irgend einem Beobachtungsorte auch eine Zunahme des Potentialgefälles entsprechen. Hiermit stehen die Beobachtungen über die Gewitterfrequenz im Einklang, da im Sommer, in welchem fast sämtliche Gewitter stattfinden, dem Vollmond, bei welchem die Gewitter am häufigsten eintreffen, eine grosse, dem Neumond, der die geringste Gewitterzahl aufweist, eine kleine Zenithdistanz zugehört.

Zur Prüfung ihrer Hypothese haben die Verfasser ein umfangreiches Beobachtungsmaterial einer sorgfältigen rechnerischen Bearbeitung unterzogen. Die Beobachtungen, welche im Jahre 1883 an Cap Thorsden auf Spitzbergen und am Cap Horn, sowie im Jahre 1890—91 in Helsingfors angestellt worden waren, geben die Werte des atmosphärischen Potentialgefälles in stündlichen Intervallen für eine längere Zeitfolge an. Es liess sich aus ihnen eine starke Zunahme des Potentialgefälles mit wachsender Zenithdistanz des Mondes nachweisen. Ferner konnte eine der monatlichen Variation der Mondhöhe entsprechende Periode der Luftelektrizität constatirt werden, bei welcher jedoch die Maxima und Minima beider Grössen eine zeitliche Verschiebung gegen einander aufweisen, welche in der Wechselwirkung zwischen der Erdoberfläche und den in der Luft schwebenden Staubteilchen und Wolken ihre Erklärung findet, vermöge deren die elektrische Ladung von der Erdoberfläche beständig emporzusteigen strebt, um sodann durch Niederschläge wieder auf die Oberfläche der Erde zurückgeführt zu werden. Eine entsprechende mondtägliche Periode des Potentialgefälles liess sich nicht auffinden.

¹⁾ Vgl. auch diese Zeitschr. II 52.

Aus der Änderung des Potentialgefälles haben die Verfasser die elektrische Ladung des Mondes zu berechnen versucht und gefunden, dass derselbe eine circa 1200 mal so grosse negative Ladung besitzen müsse, wie die Erde. Da nach Exner die Ladung der Erde auf etwa -2×10^{16} elektrostatische Einheiten geschätzt werden muss, so würde sich die Mondladung auf $-2,4 \times 10^{19}$ elektrostatische Einheit belaufen. Diese Gesamtladung des Mondes würde imstande sein, ungefähr 80 kg Wasserstoff zu entwickeln. Die durch die beiden elektrischen Ladungen bewirkte Abstossung zwischen Erde und Mond würde $3,3 \times 10^8$ Dyn betragen also nur den 6×10^{11} ten Teil der Schwerkraft.

H. R.

3. Geschichte.

Über die Verwendung von unlegiertem Kupfer in der ältesten Kultur. Das Wort Bronze wird bekanntlich in der Sprache der Altertumsforscher nicht in dem strengen Sinne der Chemiker, sondern für alles Metallische, welches die Eigenschaft grün zu patinieren besitzt, d. h. für reines Kupfer wie für dessen Legierungen gebraucht, ganz wie dies bei den Griechen und Römern mit den Namen χαλκός und aes der Fall war. Thatsächlich ist auch für diese verschiedenen Stoffe infolge der Gleichheit ihrer Verwitterungserscheinungen eine Unterscheidung durch das Auge oft ganz unmöglich, wozu noch kommt, dass selbst im unveränderten Zustande eine an Zinn arme Bronze genau so wie reines Kupfer, d. h. rot, aussieht. Ohne Analyse kann daher kein brauchbares Urteil über das Material von metallischen Resten vergangener Zeiten gefällt werden. — Herrn BERTHELOT, dem ständigen Sekretär der französischen Akademie der Wissenschaften, ist es nun durch seine hervorragenden Beziehungen zu Regierungen und Museumsverwaltungen gelungen, mehrfach Erzeugnisse der allerältesten Kulturperioden, und zwar solche von unzweifelhafter Echtheit und dementsprechend von unschätzbarem Werte, zur chemischen Untersuchung zu erhalten. Hierbei stellte er schon vor mehreren Jahren fest, dass ein chaldäisches Votivfigürchen aus der Zeit von etwa 4000 v. Chr. sowie ein ziemlich gleichaltriger ägyptischer, mit Hieroglyphen bedeckter Metallcylinder aus reinem Kupfer bestanden, und nicht, wie man vorher angenommen hatte, aus Bronze (vgl. diese Zeitschr. II 305 und VI 306).

Seither sind von Herrn DE SARZEC Trümmer einer noch um mehrere Dynastien früheren Zeit der chaldäischen Kultur ausgegraben worden. Ein zu diesen gehöriges Votivfigürchen hatte als Stoff ebenfalls ein von Zinn oder Zink gänzlich freies Kupfer (vgl. BERTHELOT, *la Chimie au Moyen-Age*, I 391, 1893).

Auch Gegenstände der ältesten ägyptischen Kunstfertigkeit sind neuerdings wiederum durch Herrn DE MORGAN, den directeur général du service des antiquités en Egypte, zu Tage gefördert worden. Dieselben entstammen einer Nekropole unweit vom alten Memphis und bestanden in Bruchstücken eines Gefässes sowie eines Arm- oder Beinringes. Herr BERTHELOT (*C. R. CXVIII 764 ff*, 1894) fand, dass das Gefäss aus reinem Kupfer gefertigt war, während der Ring 76,7% Cu, 8,2% Sn und 5,7% Pb (Rest Cl, O, H₂O u. s. w.) enthielt, also als bleihaltige Bronze zu bezeichnen ist. Von letzterem Gegenstande ist übrigens, da er nahe dem Eingange der Totenkammer gefunden wurde, anzunehmen, er sei erst später in dieselbe hineingebracht worden, während für den ersteren die Herkunft aus dem höchsten Altertume sicher feststeht. — Schliesst man demgemäss den Ring als jüngeren Ursprungs aus, so ergibt sich aus sämtlichen diesbezüglichen Analysen die überaus interessante und allen bisherigen Ansichten widersprechende Thatsache, dass die Erzeugnisse der frühesten chaldäischen und ägyptischen Metallkultur aus unlegiertem Kupfer hergestellt wurden. Dies wäre aber sicher nicht geschehen, insbesondere nicht für gottesdienstliche und ähnliche Zwecke, wenn man damals schon die viel wertvollere und edlere Bronze gekannt hätte. Zur Erklärung dessen dient nach Herrn BERTHELOT, dass sich in jenen Ländern zwar reichlich Erze des roten Metalls, aber nicht Zinnerze vorfinden, und dass letztere von den nur sparsam vorhandenen wichtigen Fundorten (China, Sundainseln, Malakka, England) erst dorthin gebracht werden mussten. Ein derartig entwickelter Handel,

wie er hierzu gehöre, sei aber jedenfalls 40 Jahrhunderte vor Beginn unserer Zeitrechnung und früher noch nicht vorhanden gewesen. Eher könne angenommen werden, dass man damals schon Messing hergestellt habe, da Zinkerze an sehr vielen Orten und häufig gemeinsam mit Kupfererzen sich finden, da auch ferner die Verarbeitung eines Gemisches dieser Mineralien zu der Legierung nicht mehr Schwierigkeiten als das Ausschmelzen des reinen Kupfers biete. Hierzu möchte Referent seinerseits noch die Bemerkung hinzufügen, dass diese frühe Verwendung des Kupfers wohl auch ganz besonders mit dem häufigen Vorkommen desselben im gediegenen Zustande zusammenhängen mag, ähnlich wie ja auch Gold und Silber aus der gleichen Ursache schon von jeher bekannt gewesen und benützt worden sind. Jedenfalls aber darf unbedenklich die BERTHELOTSche Ansicht angenommen werden, dass in Chaldaea, in Ägypten und wahrscheinlich auch an anderen Mittelpunkten der ältesten Kultur der Bronzezeit eine Periode des reinen Kupfers vorher gegangen sei, sowie dass man das Messing, obgleich reines Zink im Altertume überhaupt unbekannt war, früher als die entsprechende Zinnlegierung darzustellen gewusst habe. *J. Schiff.*

4. Unterricht und Methode.

Über die mechanische Naturanschauung. In der Zeitschrift „Himmel und Erde“ (VI Heft 2, Nov. 1893) hat Prof. P. VOLKMANN einen Aufsatz über diesen Gegenstand veröffentlicht. Er begrenzt seine Aufgabe, indem er insbesondere ins Auge fasst, was die Physik an Material zur mechanischen Naturauffassung zu liefern vermag, während er den Versuch, alle Erscheinungen selbst der organischen Welt auf physikalische und chemische Vorgänge zurückzuführen, als nicht zu den nächstliegenden Aufgaben der Forschung gehörig bezeichnet. Er führt näher aus, wie die Grundbegriffe der reinen Mechanik für den Anfänger dadurch mit Schwierigkeiten behaftet sind, dass sie eine scharfe Scheidung von den gleichlautenden Begriffen des gewöhnlichen Sprachgebrauchs erfordern. Die nächste und wichtigste Leistung der reinen Mechanik ist dann die Aufstellung eines Zusammenhanges zwischen den Bewegungserscheinungen der ponderablen Materie und den Bedingungen, unter denen sich diese Materie befindet. Das Hauptbeispiel hierfür ist der Satz von der lebendigen Kraft. — Besonders lehrreich ist die dann folgende Darstellung des Verfassers, wie die Principien und Sätze der Mechanik im weiteren Verlauf der wissenschaftlichen Entwicklung zu Anschauungsformen der physikalischen Forschung geworden sind, unter welchen sich grössere Gruppen scheinbar ganz heterogener physikalischer Erscheinungen vereinigen lassen. Mit der Mechanik hat die Wissenschaft gleichsam erst das Organ gewonnen, durch das der Mechanismus der Natur wahrgenommen werden kann. Ein Beispiel hierfür ist die Verwertung des Satzes von der lebendigen Kraft für die Erkenntnis des Energieprinzips. Es war zunächst ein Analogieschluss, der es nahelegte, in der Reibungswärme ein Äquivalent für die verlorene lebendige Kraft zu erblicken. Die Erfahrung allein konnte über die Gültigkeit dieser Spekulation entscheiden und hat dafür die Bestätigung geliefert. Auch die weitere Frage, ob es ausser Wärmemengen noch andere Grössen gäbe, die einer mechanischen Arbeit äquivalent gesetzt werden könnten, war zunächst auf Analogie begründet; die Analogie war ein Mittel der Forschung, um zur heutigen Lehre von der Energie zu gelangen. — Kühner als das Analogieverfahren ist endlich das Bestreben der Physik, bis zur Identifizierung physikalischer Erscheinungen mit mechanischen fortzuschreiten. Die Äquivalenz von Wärme und Arbeit brachte auf die Vermutung, dass Wärme nichts anderes als lebendige Kraft der kleinsten Teile sei. Indessen hat sich die Atomistik für die Physik bisher nur auf einem verhältnismässig beschränkten Gebiet als verwertbar erwiesen. Es liess sich daher „den thatsächlichen Wert der Atomistik verschieben, wollte man sie zum Fundament und Eckstein der mechanischen Forschung erklären.“ Dies zu betonen ist um so wichtiger, als Laien vielfach die atomistische Theorie mit der mechanischen Naturanschauung verwechseln. Überhaupt erscheint dem Verfasser der Versuch verfrüht, die empirischen Er-

gebnisse der Naturforschung von einem einheitlichen Gesichtspunkt aus zu begreifen. Die gegenwärtige Richtung der Physik gehe vielmehr dahin, einheitliche Gesichtspunkte zwar geltend zu machen, aber nicht einseitig zu bevorzugen. Diese Richtung verdankt man namentlich den Wandlungen, die der Begriff der Fernwirkung in der neueren Zeit durchgemacht hat. Die Faraday-Maxwellsche Anschauung von der Vermittlung der Fernwirkung durch continüierlich fortschreitende Druckkräfte steht in keiner unmittelbaren Beziehung zur Atomistik, die wie jede andere Hypothese nur für das Bereich, innerhalb dessen sie als brauchbare Analogie zur einheitlichen Auffassung der Erscheinungen verhilft, beizubehalten ist. — Der Verfasser wendet sich endlich gegen die neuerdings vereinzelt aufgetauchte Meinung, dass der mechanischen Naturauffassung eine sogenannte organische entgegensustellen sei. Auch der Naturforscher, der die mechanische Naturanschauung vertrete, lasse als Mensch eine künstlerische Betrachtung der Natur gelten. Allerdings erscheine die mechanische Naturauffassung dem menschlichen Geiste nicht congenial wie irgend ein Gebiet der Geisteswissenschaften; aber damit sei vollkommen verträglich, dass die mechanische Naturauffassung dem Forscher, der beständig mit ihr zu thun hat, bis zu einem gewissen Grade congenial wird. Für diese Äusserung wird eine Reihe von Gründen angeführt, auf die hier im Einzelnen nicht eingegangen werden kann. Doch muss erwähnt werden, was der Verfasser von der Geschichte der Physik sagt. Während die Darstellung der Völkergeschichte sich in der Richtung von der Vergangenheit auf die Gegenwart zu bewegen habe, müsse eine Darstellung der Geschichte der Physik und der Naturwissenschaften den gegenwärtigen Standpunkt der Wissenschaft zur Voraussetzung haben, um rückwärts die Entwicklung der Erkenntnis mit ihren grossen Schlangenwegen erfassen und würdigen zu können. Es solle dahingestellt bleiben, ob die für den Unterricht aufgeworfenen einschlägigen Fragen diesen Unterschied, der im Wesen der Geschichts- und Naturwissenschaft begründet sei, berücksichtigt haben. (Referent glaubt dies bejahen zu dürfen.) In demselben Abschnitt bemerkt der Verfasser, dass Kirchhoffs bekannte Formulierung der Aufgabe der Physik wohl nur auf die reine Physik bezogen werden könne; die angewandte Physik führe auf die reine Physik zurück, sie verlasse insofern das Gebiet der Beschreibung und könne für sich den Begriff Erklärung in Anspruch nehmen, wie man denn z. B. die Erscheinung des Regenbogens nicht nur beschreiben, sondern wirklich erklären könne. (Kirchhoff würde indessen sicher die hier gemeinte Erklärung immer noch als eine Beschreibung bezeichnen, wenn diese auch nicht die bloss sinnliche Erscheinung, sondern den optisch-mechanischen Verlauf der Lichtstrahlen betrifft.) Endlich wird darauf hingewiesen, dass die Naturwissenschaft ihren Fortschritt nicht ausschliesslich intellektuellen Kräften verdanke, sondern dass dabei auch sittliche Kräfte mitwirken, obschon für die Mehrzahl der Gebildeten die Keime dieser Art nicht sichtbar zu sein pflegen. Der Verfasser bezeichnet sie mit den Schlussworten: Bescheidenheit und anhaltender Fleiss. —

Im Zusammenhange hiermit sei an einen Aufsatz erinnert, der als Einleitung zu dem Katalog der mathematischen Ausstellung in Nürnberg 1892 erschienen ist: *Über die Methoden der theoretischen Physik* von L. BOLTZMANN. Er behandelt namentlich die Bedeutung der mechanischen Analogieen für die physikalische Forschung. Er weist darauf hin, dass Maxwell selbst nicht an die Realität der incompressiblen Flüssigkeit und der Widerstandskräfte geglaubt habe, die er in seiner ersten Abhandlung über Elektrizität (*Scient. pap. I 257*) einführt; sondern dass er bloss ein mechanisches Beispiel zu geben beabsichtigt, welches grosse Analogie mit den elektrischen Erscheinungen zeige. Eben- sowenig ist in seiner zweiten Schrift der wundervolle Mechanismus, den er aus Flüssigkeitswirbeln und Friktionsrollen als mechanisches Modell für den Elektromagnetismus construirt, als wirklich zu nehmen; der Wert dieser mechanischen Fiktionen bestand aber darin, dass sie die weiteren Forschungen förderten; Maxwells Formeln, die zu den Hertzschens Entdeckungen führten, waren lediglich Consequenzen seiner mechanischen Modelle. Als mechanische Analogieen sind auch Maxwells Gasmoleküle aufzufassen, die

sich mit einer Kraft umgekehrt proportional der fünften Potenz ihrer Entfernungen abstoßen. Auch Helmholtz' Abhandlungen über den zweiten Hauptsatz gehören hierher. Ja auch die älteren Theorien, wie die elastische Theorie des Lichtes, die Gastheorie, die Benzolringe der Chemiker u. s. w. wurden nur mehr als mechanische Analogieen aufgefasst. Die Wissenschaft schien demzufolge überhaupt in nichts anderem als dem Auffinden von Analogieen zu bestehen. Auch die wirklich construierten mechanischen Modelle zeigen, wie die neue Richtung den Verzicht auf vollständige Congruenz mit der Natur durch um so schlagenderes Hervortreten der Ähnlichkeitspunkte wettmacht. Doch sei die alte Methode damit nicht für abgethan zu erklären, sondern bleibe auch in Zukunft neben der neuen zu kultivieren.

P.

Bemerkungen zum Unterrichte über die Reibungselektricität. Von M. RUSCH. *Ztschr. f. d. Realschulwesen XVIII Heft 12, 1893.* Der Aufsatz bietet nichts Neues, weist aber mit Recht auf manche noch zu wenig beachteten Versuche, namentlich die in Tyndalls „Vorlesungen über Elektricität“ enthaltenen hin. Der Verfasser pflichtet dem herrschenden Bestreben bei, die Reibungselektricität in innigeren Zusammenhang als bisher mit dem Galvanismus zu bringen. Er erinnert besonders an die für diesen Zweck geeigneten Versuche Gaugains zum Nachweis des Ohmschen Gesetzes: Gaugain verbindet die innere Belegung der Leydener Flasche durch vier Baumwollfäden mit dem Elektrometer, während die äussere Belegung zur Erde abgeleitet ist; er zählt am Elektrometer die Entladungen in der Zeiteinheit, schneidet den einen Baumwollfaden durch, zählt wieder u. s. f. und findet dass der Leitungswiderstand umgekehrt proportional dem Querschnitt ist; auch die Abhängigkeit des Widerstandes von der Länge zeigt er mit einem Baumwollfaden. Der gleichfalls erwähnte Versuch von Jamieson (Hanfschnur mit Doppelpendeln zwischen den Conductoren der Influenzmaschine) ist auch sonst hinreichend bekannt (vgl. diese Zeitschr. III 161). Braun, Szymanski u. a. nehmen statt der Schnur einen Holzstab (vgl. d. Zeitschr. V 61 u. 177). Um die Änderungen des Potentials auf dem verbindenden Halbleiter messend zu verfolgen, benutzt der Verfasser das Braunsche Elektrometer (d. Zeitschr. V 61); auch die Potentiale an verschiedenen Stellen eines Holzstabes, der mit einer Leydener Batterie verbunden ist, können mit demselben Instrument gemessen werden, oder auch, nach der Methode von Mascart, mit dem Entladungselektrometer. Der Verfasser hat nach dem letzteren Verfahren recht befriedigende Zahlen erhalten.

Besonderen Wert legt der Verfasser auf den Nachweis, dass die bei der Influenzmaschine hervorgerufene Elektricität „auf Kosten der Arbeit“ entsteht und dass die erzeugte elektrische Energie in einem bestimmten, immer gleich bleibenden Verhältnis zur aufgewendeten Arbeit steht. Er verbindet die Achse der Influenzmaschine mit einem Fallgewicht von 3 kg, das durch seinen Zug die Maschine treibt. Er lässt das Gewicht aus 1 m, 1,5 m und 2 m Höhe fallen und beobachtet die Zahl der Umdrehungen während des Falles, sowie die Zahl der Umdrehungen, die nach dem Fall des Gewichts von der Scheibe noch infolge der erlangten Geschwindigkeit gemacht werden. Die letztere Zahl ist bei geladener Maschine geringer als bei ungeladener (statt 7, 11, 15 nur 1,5, 4, 5,5 Umdrehungen.) Da indessen hieran keine Berechnung geknüpft werden kann, so würde dasselbe erreicht werden, wenn man die Maschine mit der Hand umdrehte und einmal bei ungeladener, dann bei geladener Scheibe auslaufen liesse. Es wird ferner die Proportionalität der Funkenzahl mit der Zahl der Umdrehungen constatirt und als Beleg für den Zusammenhang von mechanischer und elektrischer Energie benutzt; auch dies Resultat aber lässt sich wohl gleichfalls ohne die angegebene Fallvorrichtung erzielen, die höchstens einen beiläufigen Wert als unmittelbare Veranschaulichung der mechanischen Arbeitsleistung beanspruchen kann.

P.

5. Technik und mechanische Praxis.

Elektrische Beleuchtung der Zeichensäle der neuen Fortbildungsschule zu Cannstadt. Sie wurde im Jahre 1893 von der elektrotechnischen Abteilung der Maschinen-

fabrik Esslingen ausgeführt. Zur Beleuchtung der Flure, der Treppen und der Räume, in welchen Freihandzeichnen, das Zeichnen nach Gipsmodellen und das Modellieren gelehrt wird, wurden Glühlichter verwendet. Die angewandte Aufhängevorrichtung gestattet, die Stellung der Lampe in weiten Grenzen seitwärts und aufwärts bequem zu verändern. Der Kohlenbügel der Lampe ist den Augen der Schüler durch einen hohen, oben geschlossenen Blechschirm fast völlig entzogen. Im Modellersaal wurden die einzelnen Lampen in gleicher Weise aufgehängt, aber unter Zuhilfenahme von Schnüren so angeordnet, dass ein der Tagesbeleuchtung entsprechender Schatten erzeugt wird. Die übrigen Säle, in denen technisches Zeichnen gelehrt wird, werden durch Bogenlicht beleuchtet. Die fünf Räume sind fast alle gleich gross und haben bei einer Höhe von 3,4 m im Mittel eine Bodenfläche von rund 106 m². Die Wände und Decken sind hell gestrichen. Wegen der geringen Höhe der Räume konnten Bogenlampen mit den gewöhnlichen Glasglocken nicht angewandt werden; man musste vielmehr suchen, eine Beleuchtungsart zu verwenden, bei der ein möglichst zerstreutes Licht mit dem geringsten Energieaufwande hergestellt wurde. Die gewöhnliche Bogenlichtdeckenbeleuchtung mit nach oben geöffneten, innen weiss gestrichenen Kegelreflektoren aus Blech und der positiven Kohle im unteren Halter, hätte für die notwendige Lichtstärke auf der Arbeitsfläche nur dann in Betracht kommen können, wenn Bogenlichter von etwa 14—20 A, also von etwa 1400—2000 NK verwendet worden wären. Die mit der Ausführung der Beleuchtung betraute Firma machte zunächst Versuche mit den Elsterschen Reflektoren (*E. T. Z. 1891 S. 438*), welche bei der gleichen Leistung bedeutend weniger Stromaufwand erfordern. Diese bestehen aus 28 Fächerlamellen von dünnem Milchglas, welche mit der oberen breiten Seite auf dem Umfang eines Kreises von etwa 0,85 m Durchmesser und unten auf dem Umfang eines Kreises von 0,20 m Durchmesser fächerartig angeordnet sind. Diese Anordnung schliesst die Lampe zur Hälfte ein und entzieht dem Auge den Lichtbogen vollständig. Indessen machten sich hier Halbschatten bemerkbar, die unter allen Umständen störend waren. Weitere Versuche führten zu einer der Elsterschen ähnlichen Anordnung, bei der Prismengläser verwendet wurden. Die Leistung dieser Einrichtung ist eine überraschende. Die Lichtverteilung ist überall eine nahezu gleichmässige, weder Bleistift noch Schiene und Winkel werfen Schatten; auch kann der Zeichner eine beliebige Stellung zum Reissbrett einnehmen. Die Beleuchtung ist für das Auge angenehm, sie ist nirgends grell und störend. In jedem Saale für 40 Schüler sind zwei Bogenlampen von je 7 A, also von je 600—700 NK, angebracht, deren Lichtpunkt sich 1 m unter der Decke oder 2,35 m über dem Fussboden befindet. Im Ganzen sind 10 solcher Bogenlampen und 84 Glühlampen von 16 NK angebracht worden. In den Freihandzeichensälen kommen auf vier Schüler drei Glühlichter von 16 NK, was sich als vollständig genügend erwiesen hat. (*Elektrotechnische Zeitschrift XV 268, 1894.*) M.

Glasätzflüssigkeit. In einem halben Liter destillierten Wassers werden 36 g Fluornatrium gelöst und dann der Lösung 7 g Kaliumsulfat zugesetzt. Ausserdem löse man 14 g Chlorzink in einem halben Liter destillierten Wassers und giesse in die Lösung 65 g concentrirte Salzsäure. Diese Lösungen können in gewöhnlichen Glasflaschen aufbewahrt werden. Zum Gebrauche mischt man gleiche Raunteile dieser beiden Flüssigkeiten zusammen und setzt der Mischung, um die Schriftzüge beim Schreiben sehen zu können, einige Tropfen chinesischer Tusche zu. Zum Mischen der beiden Flüssigkeiten eignet sich am besten ein Paraffin-Würfel, in welchem man eine hinreichend grosse Aushöhlung mit einem Messer gemacht hat. Diese Glasätzflüssigkeit besitzt den Vorzug, dass man mit ihr die feinsten Haarstriche auf Glas ätzen kann. (*Centralzeitung für Optik und Mechanik XV 57, 1894.*) M.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Lehrbuch der Physik für höhere Lehranstalten von Edmund Hoppe. Mit einer Karte der Isogonen und Isoklinen. Leipzig, J. A. Barth, 1894. IV u. 130 S. Geb. M. 2,20, kart. M. 2,40.

In einer „Vorbemerkung“, welche nur den für Lehrer bestimmten Exemplaren beigeheftet ist, setzt der Verfasser des vorliegenden Lehrbuches die Grundsätze auseinander, die ihn bei der Abfassung des Büchleins geleitet haben. „Dass für den Schulunterricht das Experiment die Grundlage des ganzen Physikunterrichtes sein soll, und dass der Zweck des Physikunterrichtes in der Hauptsache nicht darin besteht, dem Schüler eine grössere oder geringere Menge von Einzelkenntnissen zu vermitteln, sondern vielmehr ihn zu befähigen, aus Beobachtungen Schlüsse zu ziehen und durch Darlegung der Abhängigkeit der Erscheinungen von den Bedingungen des Experimentes die induktive Denkarbeit zu fördern und in sichere Bahnen zu lenken,“ steht für den Verfasser fest, und wir stimmen ihm hierin vollkommen bei. Dass aber im Lehrbuche eine Beschreibung des Experimentes überflüssig ist und Abbildungen keine Berechtigung haben, ist entschieden zu bestreiten.

Wir sind der Überzeugung, dass eine Förderung der Erlernung induktiven Denkens durch das Lehrbuch nur möglich ist, wenn dasselbe zwar kurz und präcis aber im Wesentlichen vollständig die Grunderscheinungen beschreibt, die zur Verallgemeinerung dieser Beschreibungen nöthigen Modifikationen der Erscheinungen andeutet und dann erst die betreffenden Thatsachen in lapidaren Sätzen (Naturgesetzen) zum Ausdrucke bringt. Deduktionen aus diesen Sätzen werden zweckmässig Aufgabenform bekommen; auch nahe liegende Analogien werden in solcher Form am besten und kürzesten behandelt werden. Ein Lehrbuch, das sich auf die Anführung der Gesetze in abstraktester Form beschränkt wie das vorliegende, wird nach den Erfahrungen, die man an den Durchschnittsschülern stets machen wird, sicher die Mehrzahl derselben verleiten, statt induktiv oder sagen wir allgemeiner naturwissenschaftlich denken zu lernen, sich „eine grössere oder geringere Menge von Einzelkenntnissen“, wie sie eben das Buch liefert, anzueignen. Ein solches Buch wird „als eine Art Grammatik“ betrachtet, die nicht schwarz auf weiss festgehaltene induktive Behandlung im Unterrichte wird schon bei einer ersten, gewiss aber bei der letzten Wiederholung des Lehrstoffs, der Wiederholung vor der Maturitätsprüfung, völlig vergessen werden und die Naturgesetze werden wie Genusregeln gelernt. Wenn nun dem gegenüber der Herr Verfasser durch seine Aufgaben „eine denkende Repetition erzwingen“ will, so wäre das sehr gut, wir haben aber das Bedenken, dass einerseits ein äusserlicher Zwang das Denken überhaupt wenig zu fördern geeignet ist, andererseits aber gerade nach dem grammatikähnlichen Lehrgang im eigentlichen Lehrstoff durch die Anordnung Satz-Übungsbeispiel die Versuchung, das Regelwesen in die Physik einzuschleppen, um so grösser wird. — Natürlich wird der Unterricht in der Schule einem solchen Gebahren der Schüler zu steuern trachten; allein dieses Streben findet, wie die Erfahrung lehrt, an einem Buche, wie das in Rede stehende, selbst ein nicht unerhebliches Hindernis.

Den gleichen Gedankengang könnten wir hinsichtlich der Abbildungen einschlagen. Uns sind gute Bilder von complicierteren Vorrichtungen das für die Erinnerung an das Gesehene, was der Text für die Erinnerung an das Gehörte ist, und wir glauben, dass ein Schüler, der z. B. einen Morse-Telegraphen, ein Relais u. a. in irgend einer Form in seinem Buche genau und in aller Ruhe besehen kann, davon den vollen Nutzen, welchen lebendige Anschauung bietet, haben wird, auch wenn das in der Schule vorgezeigte Exemplar in einem oder dem anderen unwesentlichen Detail nicht ganz mit der Figur im Buche übereinstimmen sollte. Selbst wenn der Unterschied einer wäre, wie der zwischen einer „Scheibenelektriermaschine“ und einer „Cylindermaschine“, oder zwischen kugelförmigen und trichter- oder cylinderförmigen Resonatoren, zögen wir eine gute Abbildung einer Form dieser Objekte keiner Abbildung vor. Wir möchten hier aber noch darauf hinweisen, dass Gymnasiasten gar keine andere Gelegenheit haben, ihre Raumvorstellungen auszubilden, ein Verständnis für die Darstellung von räumlichen Objekten in Grund- und Aufriss zu gewinnen, graphische Darstellungen von Funktionalbeziehungen mit Bewusstsein zu erfassen als im Physikunterrichte. Und doch wäre es manchem Juristen, Mediciner, Archäologen u. s. w. recht erwünscht, wenn er in solchen Dingen nicht erst dann, wenn er im praktischen Leben die internationale Schrift des Technikers kennen soll, sie buchstabieren lernen müsste. — Bezüglich der schematischen Figuren stimmen wir dem Verfasser bei: diese hat der Schüler zu machen, sowie er einen kurzen Auszug aus einem gelesenen Aufsätze im Sprachunterrichte selbst machen muss.

Soweit nun das vorliegende Buch den angegebenen Grundsätzen gerecht wird, d. h. in-

sofern es eine reine Sammlung von abstrakten Sätzen, ein blosses Skelett einer Elementarphysik ist, und insofern es keine Abbildungen enthält — die acht Figuren sind rein geometrisch und gehören eigentlich zu den von den Schülern anzufertigenden schematischen Skizzen — können wir dasselbe nicht als einen Fortschritt in der Lehrbücherliteratur bezeichnen.

Nun hat aber der Herr Verfasser noch als „positive Forderungen“ an ein Lehrbuch aufgestellt: „präcise Aussprache der Gesetze und Definitionen“, „systematischen Aufbau“ und „strenge Concentration auf die Hauptsache“, und es ist unsere Pflicht nachzusehen, wie er diesen principiell nicht zu bestreitenden Forderungen gerecht geworden ist.

Da finden wir zuvörderst die Systematik nichts weniger als tadellos. Für den Schüler ist dieselbe überhaupt nicht wahrnehmbar, da mit Ausnahme der Überschriften grosser Abschnitte z. B. in „der Lehre von der Bewegung und der Kräfte“: „Statik und Dynamik im allgemeinen; Molekularkräfte; Hydrostatik und Aerostatik; Hydrodynamik und Aerodynamik“ kein Schlagwort durch den Druck hervorgehoben ist. Gesperrt gedruckt sind manche Wörter, allein dieser Druck dient augenscheinlich nicht der Systematik. Es bleibt also hier alles dem Lehrer zu thun übrig. Dieser muss aber vor allem ankämpfen gegen die falschen Vorstellungen, die der Schüler wahrscheinlich aus dem Buche schöpft, z. B. gegen die Meinung, dass die Messung des Krümmungshalbmessers einer Glaslinse, die Aufzählung von Längenmessvorrichtungen u. ä. in die Lehre von der Bewegung und den Kräften gehört, dass das wichtigste an der schiefen Ebene ihre Definition und die Definition ihrer „Länge“ und „Höhe“ ist, u. dgl. Weiteres muss er sich abmühen, selbst der Systematik des Buches auf die Spur zu kommen, was keine so leichte Sache ist. Da würde sich z. B. in der Optik ergeben, dass das erste Kapitel „Reflexion“ (§ 53–56) umfasse erstens die geradlinige Fortpflanzung des Lichts (Schatten, Dunkelkammer) samt der Definition von Lichtempfindungen, durchsichtigen und undurchsichtigen Körpern (§ 73), zweitens die Reflexion an ebenen (§ 74), drittens die an krummen Flächen (§ 74), dass das zweite Kapitel „Photometrie“ (§ 56–58) enthalte die Abnahme „der Intensität (?) mit dem Quadrat der Entfernung“, Messung der „Intensität“ (ρ), Photometer inclusive Polarisationsphotometer, „Lichteinheit“ (§ 76), die Geschwindigkeit des Lichtes (§ 77) u. s. f. Wir wollen hierzu nur bemerken, dass, wenn die Messung der Lichtgeschwindigkeit in die Photometrie gehört, dann wohl auch die Messung der Lichtwellenlängen hergehört; ja es wird schwer zu sagen sein, was aus der Optik dann nicht in diesen Abschnitt gehört. Also die Systematik ist nicht eine starke Seite des vorliegenden Buches.

Gehen wir also an die Prüfung der Präcision der Aussprache der Gesetze und Definitionen. Da finden wir gleich im ersten Paragraph, der von Bewegung und Kraft handelt (§ 3), den Satz: „Die Richtung der Kraft fällt mit der Richtung der Bewegung zusammen.“ Gleich darauf im § 4: „Wenn eine Kraft keine Bewegung hervorbringt, so wirkt eine gleichgrosse in entgegengesetzter Richtung,“ welche Sätze jeder sofort als grundfalsch erkennt, der an einen eine schiefe Ebene herabrollenden Stein, bzw. an den statischen Grundversuch über das Kräfteparallelogramm denkt. — Wir wollen gar nicht auf die fehlerhaften Behauptungen eingehen: Geschwindigkeit ist ein Weg (§ 6), Dichte ist eine Masse (§ 13), wobei noch dazu Masse einen Proportionalitätsfaktor zu bedeuten hat (§ 11), Reibung ist eine Kraft (§ 17) u. dgl.; aber richtig zu stellen ist der Fehler, der in der Angabe liegt, 1 P. S. sei eine Arbeitseinheit (L^2MT^{-2}). 1 P. S. ist eine Einheit für eine secundliche Arbeit, eine Arbeitsintensität oder einen sog. Effekt (L^2MT^{-3}). Ebenso ist es für einen richtigen Begriff von potentieller Energie notwendig zu beachten, dass nicht die Lage des Körpers in geometrischem Sinne sondern seine Lage in einem Kraftfelde massgebend ist, und dass bei einer Verschiebung des Körpers im Kraftfelde Arbeit gegen Feldkräfte zu leisten ist, bzw. von diesen Kräften geleistet wird. Das Maass für die Arbeit ist herzunehmen nicht von der Grösse der arbeitenden (§ 14), sondern von der Grösse der widerstehenden Kraft und von der Länge des in die Kraftichtung fallenden Theils der Verschiebung des Körpers. — Eine vollständige Dunkelheit lagert über dem Begriff Lichtintensität. Es ist nicht unterschieden zwischen Beleuchtungsstärke und Leuchtkraft, daher ist der Anfang des § 76 gänzlich unverständlich; aus diesem Grunde fehlt auch die Angabe der Einheit für die Beleuchtungsstärke. „Die Darstellung dieser einzelnen Strahlen nennt man das Spektrum der betreffenden Lichtquelle“ (§ 64), ist ein weiteres Beispiel unpräciser Definition aus der Optik. — Wenig Präcision zeigt die Bestimmung und Anwendung des Begriffs Electricität. Das Potential — ee'/r soll vollends nach § 99 bedeuten „die kinetische Energie, welche verbraucht wäre, wenn die Teilchen (!) e und (!) e' aus unendlicher Entfernung in die Entfernung r übergeführt wären.“ Abgesehen von der wenig deutlichen Ausdrucksweise in diesem Satze liegt hier ein Mangel an

Unterscheidung zwischen Potential einer Ladung auf eine andere und Potential an einer Stelle eines elektrischen Feldes vor. Im weiteren Verlaufe dieses Paragraphen steigert sich die Verwirrung in den Begriffen Potential und Elektrizität so weit, dass wir es nicht unternehmen, hier eine Klärung zu versuchen. Nicht minder dunkel ist der § 109 über das magnetische Kraftfeld und die Kraftlinien geraten. Dort heisst es: „Denkt man sich in einem Punkte jeder Einheit der Kraft entsprechend je eine Kraftlinie gezogen, so nennt man diese eine Einheitskraftlinie.“ Ob der Herr Verfasser sich wohl vorgestellt hat, wie nunmehr der Schüler auf die Frage: Was ist eine Einheitskraftlinie? zu antworten hat? Wir glauben, dass der Eingeweihte ebenso wenig instande sein wird, in die citierte Definition einen Sinn hinein zu interpretieren, wie der Schüler einen herauszulesen. — Wir wollen die Beispiele nicht häufen, können aber dreist behaupten, dass zwar Knappheit, d. i. Kargheit, aber nicht Präcision, d. i. Schärfe der Ausdrucksweise, das in Rede stehende Buch auszeichnet. Es unterstützt auch in dieser Richtung den Lehrer in keiner Weise.

Auch in der „Concentration auf die Hauptsache“ ist der Herr Verfasser nicht durchwegs consequent geblieben. Wir halten z. B. den Text der Hymne *Ut queant laxis u. s. w.* für ebenso nebensächlich wie die fragmentarische Beschreibung des Wheatstoneschen Zeigertelegraphen und die Anführung aller Morsezeichen. —

Zu den „positiven Forderungen“ an ein Lehrbuch zählen wir aber auch die, dass sachlich alles richtig sei und dass das Buch auf der Höhe der Wissenschaft stehe. Da darf z. B. nicht von Wärmestrahlen gesprochen werden, die neben den Lichtstrahlen (§ 86) vorkommen, es dürfen Combinationstöne nicht als Resultat von Schwebungen (§ 69), das Flüssigwerden eines Gases darf nicht als bios vom Druck abhängig (§ 52) hingestellt werden. Ein Elektrometer misst nicht Elektrizität d. h. Ladungen (§ 99), nicht die Metallplatten in der elektrolytischen Zelle heissen Elektroden (§ 113); einen „Phasen- oder Drehstrom“ giebt es nicht (§ 140), wohl aber einen Zweiphasen-, Dreiphasenstrom, der ein Drehfeld erzeugt.

Endlich ist von einem Lehrbuch zu verlangen, dass es nicht nur „systematischen“ sondern auch methodischen „Aufbau“ zeige. Dieser verlangt — was freilich der systematische ebenfalls fordert — dass nicht Begriffe zuerst angewendet, dann erst definiert werden. So wird man wohl kaum die Lehre vom Kräfteparallelogramm hinreichend verständlich vornehmen (§ 5), dasselbe auf die Gleichgewichtsbedingung an einer schiefen Ebene oder am Keil (§ 8) anwenden können, ehe man ein Maass für die Kräfte (§ 14) eingeführt hat. Ebenso wenig wird man das Gesetz von der Erhaltung der Energie (§ 16) verständlich machen können, ehe man andere Formen der Energie als die der kinetischen und die der potentiellen im Gravitationsfelde kennen gelernt hat.

Der methodische Aufbau eines Lehrbuches verlangt aber auch, dass Thatsache und Hypothese überall streng ersichtlich sei, gegen welche Forderung im vorliegenden Buche oftmals verstossen ist. Die Molekular- und Atomhypothese z. B. ist so eingeführt (§ 26), dass kein Schüler merken wird, wo die Thatsachen aufhören und die Hypothesen anfangen. Auch in die Optik kommt unvermittelt die Undulationshypothese (§ 76) hinein, wird ohne Scheu verwendet (§§ 84, 86, 87), erfährt aber nirgends — Aufgaben sind doch gewiss nicht hierfür der Ort — eine klare Darstellung; ohne Grundlage, ohne Motivierung, ohne Andeutung der Bedeutung und ihres Geltungsbezirkes muss sie nur die experimentelle Darstellung der optischen Erscheinungen umschleiern helfen. — Da nach dem in Rede stehenden Buche „das Vorhandensein von Elektrizität nachzuweisen“ jedem Elektroskope gelingt (§ 96), so ist eine Hypothese scheinbar gleich von vornherein überflüssig und die Darstellung kann nach Belieben experimentell oder dogmatisch werden. Das naturwissenschaftliche Denken lehrt auf diese Weise gewiss nicht das Buch, — möge es der Lehrer trotz des Buches zu vermitteln suchen.

Zum Schlusse noch einige Worte über die Aufgaben. Wir halten sehr viel auf die Lösung von physikalischen Aufgaben und finden es vortrefflich, einen Theil dessen, was sonst als Stoff des Lehrbuches erscheint, abzusondern aus der zusammenhängenden systematisch-methodischen Darstellung und es zu Aufgaben zu verwenden. Allein die Zusammenstellung dieses Übungsstoffes erfordert vielleicht noch mehr methodische Überlegung als die theoretische Darstellung des Lehrstoffes. Wenn wir nun auch unter den sehr zahlreichen Aufgaben des vorliegenden Buches viele brauchbare finden, so müssen wir doch gar manche nach Inhalt oder Form als unpassend namentlich aber die methodische Anordnung derselben als nichts weniger als mustergiltig bezeichnen. Da soll z. B. S. 3, § 5 Aufg. 1 ein Parallelogramm der Gleichgewichtslagen“ (??) gezeichnet werden. S. 9, § 12 Aufg. 10 verlangt eine Wägung „an einer

gleicharmigen Wagschale“ (??). S. 12, § 18 Aufg. 2 will Unmögliches: den experimentellen Nachweis der „Existenz der Centrifugalkraft“! Ähnlich: S. 18, § 27 Aufg. 3; S. 37, § 54 Aufg. 7; S. 54, § 74 Aufg. 2 will etwas von „auf einer Wasserfläche reflektierten Bäumen und Sträuchern“ (!) wissen. — Nach Beobachtungsergebnissen zu fragen, die in Tabellen, Karten u. s. w. nachgesehen werden müssen, wie z. B. S. 86, § 108 Aufg. 1, 2, hat nur einen Wert, wenn der Schüler die betreffende Karte im Buch hat und Rechenschaft geben soll, ob er sie genau und mit Verständnis studiert habe. — Bei manchen Fragen wird wegen der zu wenig sorgfältigen Stilisierung kaum der Lehrer errathen, welche Antwort zu geben ist, z. B.: Was beweist die Diffusion von Leuchtgas mit Luft? (S. 29). Was heisst Kälte? (S. 29). Erkläre (!) die Herstellung einer Kältemischung (S. 49). Warum ist der Gleichstrom dem Wechselstrom zur Kräfteübertragung (?) und zu chemischen Industrien (!) überlegen? (S. 115). Und so hätten wir noch manche Aufgabe zu beanstanden. Es wird auch bei der Auswahl der passenden Aufgaben der Lehrer alles thun müssen.

Fassen wir zusammen, was wir über das vorliegende Lehrbuch zu sagen haben, so dürfte es beiläufig folgendes sein: Die systematische, methodische, illustrative, zum Teil auch sachliche Verarbeitung des Lehrstoffes ist sehr mangelhaft. Der Lehrer, welcher dieses Buch seinem Unterrichte zugrundelegen wollte, müsste sehr häufig neben ja oft gegen das Lehrbuch seine Erläuterungen vornehmen; der Schüler aber findet zumeist so spärliche Andeutungen im Buche, dass ihm ausgiebige Notizen mit Schreib- und Zeichenstift nicht erspart bleiben; eine Übersicht gewinnt er überhaupt nicht aus dem Buche, da Lehr- und Übungsstoff ziemlich bunt abwechseln. Und so dürfte die Benutzung dieses Buches dem Unterricht kaum förderlich werden. Wir würden es deshalb unseren Schülern nicht in die Hand geben, sondern lieber auf ältere — aber deshalb nicht veraltete — Bücher zurückgreifen.

Dr. Eduard Mais, Wien.

Grundzüge der Naturlehre. Von J. G. Wallentin, Direktor des Gymnasiums in Troppau. Mit 209 Abbildungen. 3. Aufl. Wien, A. Pichlers Witwe und Sohn, 1893. 188 S. Preis geb. Fl. 1,10.

Die Disciplinen werden in dem vorliegenden Buche — dem leider ein Vorwort fehlt, so dass nicht anzugeben ist, worin der Verfasser selbst das Besondere desselben erblickt — in nachstehender Reihenfolge geboten: Wärme, Chemie, Magnetismus, Elektrizität, Mechanik, Akustik, Optik, Astronomie mit mathematischer Geographie. Die Stellung der Mechanik erscheint hierin auffällig. Dem ersten Hauptabschnitt „Lehre von der Wärme“ gehen „Vorbegriffe“ voraus, in denen einige allgemeine Eigenschaften der Körper behandelt werden; ebenso wird der zweite Abschnitt, „Grundlehren der Chemie“ durch eine „Vorbereitung“ eingeleitet, in welcher die Cohäsion, Absorption, Auflösung u. a. kurz behandelt ist. Da der Leitfaden „für die unteren Klassen der (österreichischen) Gymnasien“ bestimmt ist, würde er nach Inhalt und Umfang etwa unserem „vorbereitenden physikalischen Lehrgange“ entsprechen. An dem Maassstab der in dieser Zeitschrift mehrfach aufgestellten Principien für die Unterstufe gemessen, erscheint der Stoff jedoch in mancher Hinsicht, beispielsweise in der Behandlung der Atwoodschen Fallmaschine und der Fallgesetze, zu weitgehend, ganz abgesehen von dem astronomischen Abschnitt. Dies kann jedoch dem Buche an sich nicht zum Vorwurf gereichen. Andererseits ist aber hervorzuheben, dass die einfachsten Lehren zumeist mit grosser Klarheit und Sorgfalt entwickelt sind, und auf eine dem Auffassungsvermögen des Schülers angepasste Darstellungsweise kommt es ja auf der Unterstufe vor allem an. Der Versuch ist dabei in gebührender Weise berücksichtigt. Als Einzelheiten seien aus dem physikalischen Stoffe erwähnt: Auf S. 12 geht aus dem Gespertrgedruckten nicht als Folgerung hervor: „hiernach ist erklärlich, dass Wasser bei 4° C seine grösste Dichtigkeit hat“. Ebenso wenig exakt ist — nach Anführung einiger Mischungsversuche mit Wasser — der Ausspruch (S. 13): „Diese Versuche erklärt man durch die Annahme einer Wärmeeinheit oder Calorie“. S. 28, 29 steht Schlemmen statt Schlämmen. Der höchste Ton des Clavieres ist nicht g^3 , sondern a^4 (S. 138). Ob es rationell ist, für die Unterstufe ganz von den einfachsten Elementen der Wellenlehre abzusehen — wie es hier geschieht (in der Akustik wird demnach nur von „Schwingungen“ gesprochen) — darüber lässt sich streiten; jedenfalls hat dann aber der Ausdruck „longitudinal schwingende Luftsäulen“ (S. 141) für den Schüler keinen Sinn.

Das vorliegende Buch ist eins der wenigen, welche die Chemie nicht als Anhängsel behandeln, sondern dem physikalischen Cursus einzugliedern suchen. Dies ist im Princip anzuerkennen, doch ist die Darstellungsweise weniger glücklich. Das chemische Hauptgesetz (der festen Gewichtsverhältnisse) wird nicht abgeleitet, sondern, fast im Anfang, dogmatisch vor-

getragen. Die Capitelüberschriften lauten mehrfach: Untersuchung des Kalkspates, der atmosphärischen Luft u. s. w. Doch sind dies nicht Untersuchungen im Sinne neuerer Methodik, sondern mehr Aneinanderreihungen von Versuchen, deren Zusammenhang dem Schüler nicht genügend ersichtlich ist. Mehrfach wird auch eine zu frühzeitige Synthese der Begriffe vorgenommen: allein auf das Kalkwasser wird der Begriff „Alkalien oder Basen“ gegründet; nach Vorführung der Bildung von Kalkspat durch Hineinleiten von Kohlensäure in Kalkwasser erscheint bereits der Satz (S. 33): „Durch Einwirkung von Säuren und Basen entstehen Salze. . . Kalkstein ist ein kohlensaures Salz.“ Noch bemerkenswerter erscheint indessen, dass in dem chemischen Abschnitt die Mineralien gar nicht berücksichtigt sind. — Referent möchte noch darauf aufmerksam machen, dass in dem Buche zumeist die gewöhnliche, alte Orthographie (theilbar, roth u. s. w.) angewandt ist; dies dürfte aber schwerlich ein Grund gegen die Einführung an deutschen Gymnasien sein. Desgleichen sind einige Fremdausdrücke besser anzumerken: Eprouvette (Probierglas, S. 21, 29, 30 u. a.), Recipient (Fusscylinder), Erdrevolution (Bewegung um die Sonne); die Schreibweise „influencieren“ ist wohl nicht zu rechtfertigen.

O. Ohmann, Berlin.

Die Akkumulatoren. Von Dr. Karl Elbs. Mit 3 Figuren. Leipzig, J. A. Barth, 1893. 35 S. M. 1,—.

Nachdem der Verfasser das Wesen eines Akkumulators am Daniellschen Element, in welchem die Prozesse gleichfalls reversibel sind, auseinandergesetzt hat, kennzeichnet er die bekannteren Typen, erörtert die Constanten einer einzelnen Zelle sowie den Wirkungsgrad einer Akkumulatorenbatterie und geht dann näher auf die Behandlung der Akkumulatoren während des Ladens und Entladens ein. Mit vollem Recht bezeichnet er sein Schriftchen auf dem Titelblatt als eine gemeinfassliche Darlegung der Wirkungsweise, Leistung und Behandlung der Akkumulatoren, und obwohl es nur 35 Seiten enthält, reicht es vollkommen aus, um Chemiker, Lehrer und Ärzte, in deren Laboratorien die Akkumulatoren immer mehr und mehr Eingang finden, mit denselben vertraut zu machen. Ganz besonders hervorzuheben ist es, dass der Wortlaut klar und verständlich ist, und dass der Sachverhalt durch zahlreiche, rechnerisch durchgeführte Beispiele aus der Praxis, welche auch für den Schulunterricht wohl geeignet sind, anschaulich gemacht wird.

R. Lüpke.

Einige Betrachtungen über Magnetismus und Elektrizität. Von H. Barchhausen. Bremen, v. Halem, 1892. 90. S. M. 2,—.

Wenn ein Laie aus Zeitschriften oder populären Werken sich über die Fortschritte der Physik unterrichtet, und dann selbst einige Versuche anstellt, um über gewisse Fragen sich Klarheit zu verschaffen, so ist dies gewiss recht verdienstlich. Wenn aber der Laie es unternimmt, darauf hin neue Erklärungen für Erdmagnetismus, Erdrotation, Planetenbewegung u. s. w. zu geben, welche mit allgemein bekannten Thatsachen in Widerspruch stehen, so muss man erklären, dass der Druck des vorliegenden Buches besser unterblieben wäre. Ich führe nur einige Belege für mein Urteil an.

Auf Grund einiger falsch gedeuteter Versuche mit einem Magnetstabe und einer Nadel behauptet der Verfasser, dass jeder Pol von einer geschlossenen Linie umgeben ist, in welcher die Nadel senkrecht zur magnetischen Axe steht. Diese Pollinien bilden den Ausgangspunkt für die Erklärung des Erdmagnetismus, trotzdem jeder Blick auf die Kraftlinien oder die magnetischen Meridiane zeigt, dass dieselben nicht vorhanden sind. Dann lässt der Verfasser den Knopf einer Leydener Flasche auf eine Magnetonadel wirken, und da er hierbei Anziehung findet — weil ein elektrischer Körper jeden nicht elektrischen anzieht — so genügt ihm dies, um einen bisher unbekanntem Zusammenhang zwischen statischer Elektrizität und Magnetismus anzunehmen. Da endlich die beleuchtete Hälfte der Erde positiv elektrisch genannt wird und die Sonnenoberfläche negativ — abgesehen von den Sonnenflecken, welche (durch die Influenz der Kometen hervorgerufene) positive Stellen bedeuten — so erhält der Verfasser die Erdrotation durch Anziehung der beleuchteten Erdhälfte auf die dunkle; die Gravitation scheint ihm ganz unbekannt zu sein weil nach S. 30 die Wechselwirkung zwischen den Weltkörpern nur durch Elektrizität und Magnetismus vermittelt wird.

A. Schülke.

Physikalisch-chemische Methoden. Von J. Traube. 97 Abbildungen. Hamburg, L. Voss, 1893. 234 S. M. 5,—.

Die physikalische Chemie hat sich in den letzten Decennien zu einer eigenen Disciplin entwickelt, welche allgemein Interesse erwecken muss, da sie die physikalischen Merkmale der

Stoffe mit der chemischen Natur derselben in Beziehung setzt, also die Schwesterwissenschaften der Physik und Chemie mit einander verknüpft. Auf rein theoretischem Gebiet hat sie bereits die glänzendsten Erfolge zu verzeichnen, von denen man Kenntnis zu nehmen hat, selbst wenn man sich nur oberflächlich über die Fortschritte der speculativen Naturwissenschaften orientieren will. Aber auch in praktischer Hinsicht hat sie sich wohl bewährt. Sie hat dem Chemiker unersetzliche Methoden geschaffen, die ihn zu den feinsten analytischen Untersuchungen befähigen, ihn von der Reinheit oder Identität einer Substanz überzeugen und ihm die Entscheidung von Constitutionsfragen ermöglichen. Nun giebt es zwar verschiedene Lehrbücher, wie die von Ostwald und Nernst, welche den heutigen Standpunkt der physikalischen Chemie darstellen. Indessen macht das Studium derselben demjenigen, der sich über die neuen Lehren selbst unterrichten will, zuweilen nicht geringe Schwierigkeiten, besonders deshalb, weil darin auf die Methode der Forschung, also auf die Beschreibung und Handhabung der erforderlichen Apparate, wenig eingegangen wird. Will man aber von den verschiedenen in Betracht kommenden Constanten der Substanzen einen klaren Begriff gewinnen, eventuell versuchen, derartige Grössen selbst zu bestimmen, so muss man in erster Linie den Apparat kennen, der zur Messung dient. Das vorliegende Buch trägt diesem Bedürfnis in ausgezeichnete Weise Rechnung.

In Bezug auf seinen Inhalt sei nur kurz bemerkt, dass es zunächst die Methoden zur Bestimmung der Dichte, Kapillarität, Reibung, Löslichkeit und elektrolytischen Leitfähigkeit, dann diejenigen der Messung der verschiedenen thermischen Constanten, der Krystallmessung, der Feststellung der optischen Constanten und schliesslich die Spektralanalyse behandelt. In besonderen Kapiteln wird ausgeführt, wie man die Richtigkeit einiger allgemeiner gebrauchten Instrumente, wie der Wage und der Thermometer, kontrolliert. Von den vielen in der Litteratur verzeichneten Messmethoden sind gerade diejenigen ausgewählt, welche sich für die Mehrzahl der Fälle eignen. Liegen compliciertere Verhältnisse vor, so wird ein ausreichender Litteraturnachweis gegeben. Hat sich nun aber auch der Verfasser auf wenige Methoden beschränkt, so hat er dieselben doch um so gründlicher erörtert, so dass man danach zu arbeiten im stande ist. Dabei verfährt er mit anerkannter Klarheit und Übersichtlichkeit. Zunächst giebt er eine exakte Definition der zu messenden Grösse und sucht den Leser im allgemeinen über das Princip der Methode zu unterrichten. Sodann beschreibt er die erforderlichen Apparate bis ins einzelne, macht die Konstruktion derselben an guten Abbildungen, bisweilen auch noch durch schematische Zeichnungen verständlich und giebt ferner, wo es nötig ist, näher an, welchen Bedingungen das zu messende Objekt zu genügen hat. Hierauf erläutert er die Handhabung der Apparate, setzt also die praktische Ausführung der Messung auseinander, wendet sich dann zur Berechnung der betreffenden Grösse aus den erhaltenen Daten, wobei er nur in den leichteren Fällen die anzuwendende Formel selbst ableitet, und fügt schliesslich hinzu, in welcher Weise sich die Messung für den Chemiker praktisch verwerten lässt. Sehr vorteilhaft sind endlich die Angaben über die Messresultate bestimmter Substanzen, an denen der Anfänger den Erfolg seiner Versuche prüfen soll.

Können von diesen wissenschaftlichen Messverfahren für den Unterricht auch nur wenige direkt verwendet werden, so regt doch das Studium des Buches vielfach dazu an, durch Vereinfachung der beschriebenen Apparate geeignete Schulversuche zu arrangieren, die dem Schüler eine Vorstellung davon geben sollen, welche Wege die Wissenschaft geht. *R. Lüpke.*

Hand- und Hilfsbuch zur Ausführung physiko-chemischer Messungen. Von Professor W. Ostwald. Mit 188 Fig. und 6 Tab. Leipzig, Engelmann, 1893. 302 S. M. 8,—.

Dieses Buch behandelt im wesentlichen denselben Stoff wie das von Traube, giebt jedoch für die Messung der physiko-chemischen Grössen, namentlich der elektrischen und kritischen Constanten sowie der Kapillaritäts- und Löslichkeitsdaten, eine grössere Anzahl von Methoden an. Indessen ist die Erörterung derselben kürzer gehalten. Von Beispielen wird ganz abgesehen. Die Figuren sind meist nur schematisch und beziehen sich auf die weniger bekannten Apparate. Das Buch setzt daher eine gewisse Kenntnis und Geschicklichkeit im Experimentieren voraus, es ist, wie auch der Verfasser in der Vorrede betont, für diejenigen bestimmt, die einen praktischen Kursus des Fachs bereits absolviert haben und sich über die neuesten und bewährtesten Methoden, welche in einzelnen Fällen anzuwenden sind, orientieren wollen. Ganz besonders soll es den Leser über den Grad der Genauigkeit belehren, den er von dem betreffenden Verfahren für die Einzelmessung zu erwarten hat, und ihm ein Urteil von den Fehlergrenzen einer aus mehreren Versuchsdaten berechneten Grösse verschaffen. Demgemäss werden die den Messungen zu Grunde gelegten Einheiten ausführlich erörtert. Ferner wird gezeigt, welchen Weg man einzuschlagen hat, um die Richtigkeit der vom Mechaniker angebrachten Skalen der

Apparate zu prüfen und nötigenfalls Correktionstabellen aufzustellen. Hierbei kommt eine grosse Anzahl praktischer Regeln zur Sprache, wie sie aus dem Laboratorium des im physiko-chemischen Gebiet hoch verdienten Verfassers hervorgegangen sind. Auch wird, wo es angeht, zur Selbstanfertigung der Apparate die erforderliche Anleitung gegeben, so dass in dieser Hinsicht das Buch als eine wertvolle Ergänzung eines allgemeineren physikalischen Praktikums gelten kann. Im Anhang finden sich mehrere Tabellen, die bei Rechnungen bedeutende Erleichterungen gewähren.

R. Lüpke.

Tabelle der chemischen Elemente. Von Dr. M. Ebeling. Essen, G. D. Baedeker, 1893. Grösse $1,94 \times 2,32$ m. Preis auf Leinwand gezogen M. 24,—.

Die Tafel enthält in alphabetischer Reihenfolge 69 Elemente — 4 weitere werden als zweifelhaft nur angefügt — und zwar in 2 Hauptkolumnen; in der ersten befinden sich Aluminium bis Nickel, in der zweiten Niobium bis Zirconium. Zu den Namen der Elemente treten 6 verschiedene Angaben in Nebenkolumnen: 1) das chemische Zeichen, 2) Atomgewicht, 3) Graphische Darstellung eines Atoms und Moleküls, 4) Specificisches Gewicht, 5) Schmelzpunkt, 6) Entdecker.

Für eine übersichtliche Tafel der chemischen Elemente, die sich nicht auf die Angabe der Namen und Atomgewichte beschränkt, ist ein gewisses Bedürfnis beim Unterricht vorhanden. Die vorliegende Tabelle bringt die Namen, Zahlen und übrigen Angaben mit grosser Deutlichkeit, wodurch zum Teil das grosse Format bedingt wurde. Auch die Wahl der Angaben (die Rahmen für das Atom und Molekül, das specificische Gewicht) ist eine glückliche zu nennen. Soweit Referent einige Angaben genauer geprüft hat, sind die Daten nach guten Quellen und den neueren Untersuchungen aufgestellt. Für das specificische Gewicht der gasförmigen Elemente wäre es besser gewesen, — da es sich hier um chemische und nicht um physikalische Zwecke handelt, — wenn die Gewichtszahlen auf den Wasserstoff als Einheit bezogen worden wären, statt auf die atmosphärische Luft, besonders konnte dann auf die wichtige Beziehung zwischen specificischem Gewicht und Atomgewicht hingewiesen werden; die Zahl für *H* ist auf 0,07 und nicht 0,06 abzukürzen; beim Fluor ist statt Moisson zu setzen Moissan.

In zwei Punkten hätte Referent die Tafel anders gewünscht: hinsichtlich der gleichmässigen Behandlung sämtlicher Elemente und hinsichtlich der alphabetischen Reihenfolge derselben. Gerade für die Verwendung beim Unterricht, an welche der Verfasser wohl in erster Linie gedacht hat, ist es notwendig, das Wesentliche auf Kosten des Unwesentlichen hervortreten zu lassen. Beinahe die Hälfte aller Elemente konnte, unbeschadet der Leserlichkeit, in etwas schwächerem Druck gegeben werden. Dann konnten die wichtigeren Elemente noch deutlicher hervortreten; es würde der Blick des Schülers an diesen haften und sich auch in ihm die Scheidung des Wesentlichen vom Unwesentlichen vollziehen. — Noch wichtiger erscheint der zweite Punkt. Für Zwecke des Unterrichts ist einer tabellarisch wiederzugebenden Materie nur im äussersten Notfalle das Alphabet zu Grunde zu legen, vielmehr ist die Ordnung nach zweckmässigen methodischen Gesichtspunkten vorzunehmen. Referent will nicht so weit gehen, eine Zusammenstellung nach dem periodischen System, nach Mendelejeff oder L. Meyer, zu empfehlen, wohl aber konnte die Anordnung nach den meist wohlcharakterisierten Gruppen stattfinden, wie sie sowohl bei den sogenannten nichtmetallischen (Sauerstoffgruppe, Chlorgruppe), wie bei den metallischen Elementen (Gruppe der Alkalimetalle u. s. w.) vorhanden sind. Für den Unterricht wäre es nur ein Gewinn, wenn der Schüler, zur Auffindung einer bestimmten Angabe, gezwungen ist, die Gruppen noch einmal zu überfliegen. Bald genug würde sich durch wiederholte und gewiss gern geübte Betrachtung die Übersicht so befestigt haben, dass von einem Zeitverlust nicht mehr die Rede sein kann. Für eine derartige übersichtliche Gruppierung lagen mehrfach Proben, besonders bei Arendt (Grundriss, Grundzüge z. B. S. 27) vor. Wenn mit einer solchen Ordnung noch die oben berührte Sonderung des Wichtigeren vom Unwichtigeren combinirt worden wäre, so wäre die Übersichtlichkeit und Brauchbarkeit der Tafel bedeutend erhöht worden.

Wer auf diese Punkte kein besonderes Gewicht legt, dem sei die Tafel ihrer sonstigen guten Beschaffenheit halber empfohlen, nur wird angeraten, vor der Anschaffung auszumessen, ob genügend Wandfläche vorhanden ist: die Tafel nimmt einen recht grossen Raum ein.

O. Ohmann, Berlin.

Anorganische Chemie. Von Dr. W. Borchers. 27 Abb. Braunschweig, Harald Bruhn, 1893. 201 S. M. 2,80.

Dieses Lehrbuch, welches der Verfasser hauptsächlich für Schüler einer Hütten Schule bestimmt hat, ist entsprechend seinem Zweck ein kurzer Abriss der anorganisch-chemischen Technologie, dem die Grundlehren der theoretischen Chemie teils vorangehen, teils an passender Stelle

eingeschaltet sind. Der Ausdruck ist für Schüler in vorgerücktem Alter verständlich. Im Allgemeinen ist der Inhalt sachgemäss und trägt, soweit es die Grenzen des Buches zulassen, sowohl auf theoretischem wie praktischem Gebiet den Fortschritten der Wissenschaft Rechnung. In der Einleitung wird zunächst der Unterschied zwischen Gemisch und chemischer Verbindung festgestellt. Nach der Erläuterung des Gesetzes der konstanten Proportionen werden sogleich die Begriffe Atom und Molekül angeschlossen, ohne dass ihnen der Begriff des Verbindungsgewichts der Elemente, der später mit den Äquivalentmengen der Verbindungen erwähnt wird, vorgeht. Mehr als es sonst in kleineren Lehrbüchern geschieht, wird die chemische Energie in Betracht gezogen, und es wird auf die Verwandlung derselben in die anderen Energieformen hingewiesen, wenn auch die quantitativen Verhältnisse unberücksichtigt bleiben. Jedoch wird das Berthelotsche Prinzip der maximalen Arbeit, von welchem übrigens in dem Buch nur in vereinzelten Fällen Anwendung gemacht wird, noch aufrecht erhalten, obwohl es sich bereits als ein Irrtum erwiesen hat. Gelegentlich der Bildung von Sauerstoff aus Wasserstoffsperoxyd wird das Wesen der Katalyse auf die Adhäsionskraft poröser Körper in plausibler Weise zurückgeführt. Bei der Behandlung des physikalischen und chemischen Verhaltens der nichtmetallischen und metallischen Elemente und ihrer Verbindungen befreit sich der Verfasser möglicher Kürze. Auf die Prozesse der anorganisch-chemischen Technologie wird das Hauptgewicht gelegt, und zwar werden ausser den bekannteren Kapiteln der chemischen Industrie auch die neuesten Fortschritte der Technologie genügend beachtet, wie die Fabrikation des Wassergases und der Sprengstoffe, die Generatorenfeuerung, die Verwendung der Elektrizität u. s. w. Ausführlicher wird die Metallurgie behandelt, wobei jedoch nur diejenigen Verfahren, die sich bewährt haben, zur Sprache kommen und, wo es angeht, durch Formelgleichungen gekennzeichnet werden. Die neueren Konstruktionen der Öfen werden durch gute Abbildungen veranschaulicht. Nur vermisst man einige statistische Angaben über die Produktion der einzelnen Länder.

Während nun der Inhalt des Buches dem Zwecke wohl genügt, erscheint dem Referenten die Anordnung des Stoffes nicht immer vorteilhaft. Dass nach der Einleitung zunächst die Kapitel über Wasser, Luft und Verbrennung folgen, dürfte den Prinzipien der Didaktik nicht widersprechen, da der Verfasser hierbei von Bekanntem ausgeht und im Anschluss an den Versuch fortschreitet. Dann aber werden die Nichtmetalle nach einer streng systematischen Disposition bearbeitet. Erst werden nämlich diese Elemente als solche nach ihrem Vorkommen, der Darstellung und den Eigenschaften in natürlichen Gruppen aufgeführt. Hierauf werden die Oxyde und Sulfide derselben und danach die Säuren und die basischen sowie die indifferenten Wasserstoffverbindungen durchgenommen. Diese Anordnung hat aber wesentlich zwei Nachteile, insofern einerseits Zusammengehöriges, wie die Oxyde der Nichtmetalle und die Säuren, getrennt, und dadurch die Übersicht erschwert wird, andererseits vielfache Wiederholungen vorkommen. Das Verfahren zur Verhütung der Kesselsteinbildung findet man auf S. 37 und 179. Die Prozesse in den Akkumulatoren werden S. 28 und 29, ferner S. 86 und später S. 154 nochmals erörtert. Noch häufiger ist von der Kohlensäure die Rede. Besonders aber fallen die Wiederholungen in dem Abschnitt über die Metalle auf. So werden hier in einem vorangestellten allgemeinen Teil die wichtigsten natürlichen Vorkommen der Metalle in Gruppen entsprechend ihrem chemischen Charakter aufgezählt, während sie später im speziellen Teil nochmals erwähnt werden. Überhaupt ist jener allgemeine Teil zu weit ausgedehnt. Soll auch die Notwendigkeit allgemeiner Betrachtungen über die Metalle und ihrer Verbindungen nicht in Abrede gestellt werden, da sie dem Verständnis für die Technologie vorarbeiten, so dürften sie sich doch nicht auf Einzelheiten erstrecken, welche wie die Prozesse der Zinkentsilberung, chlorierenden Röstung, Soda- und Glasbildung im besonderen Teil einer nochmaligen Betrachtung unterzogen werden. — Sachliche Ungenauigkeiten hat der Referent nur in geringer Anzahl bemerkt.

R. Lüpke.

Ein Vorschlag, die wissenschaftliche Fachliteratur allgemein zugänglich zu machen.

Herr Professor B. Schwalbe hat im „Central-Organ für die Interessen des Realschulwesens“ einen Aufsatz veröffentlicht, der auch als besondere Schrift (bei Friedberg & Mode in Berlin) erschienen ist. Sie trägt den Titel: „Über wissenschaftliche Fachliteratur und die Mittel, dieselbe allgemein und leicht zugänglich zu machen“. Der Verfasser stützt sich auf seine eigenen Erfahrungen als langjähriger Herausgeber der „Fortschritte der Physik“. Er weist in interessanten Ausführungen nach, wie häufig man schon das Bedürfnis nach zusammenfassenden Über-

sichten über die Fachlitteratur gefühlt und zu befriedigen gesucht hat, und wie gross die Schwierigkeiten eines solchen Unternehmens sind. Es zeigt sich, dass weder die üblichen Übersichten in Zeitschriften noch die populären Jahresberichte dem Fachmann genügen können, dass andererseits das stets wachsende Material, die Zersplitterung in immer zahlreicheren Zeitschriften, sowie die Vielsprachigkeit der Publikationsorgane immer dringender auf die Notwendigkeit einer Organisation der Berichterstattung über die Fortschritte der gesamten Naturforschung hinweisen. Das ablaufende Jahrhundert erwiese dem kommenden die grössten Wohlthaten, wenn es ein solches zusammenfassendes litterarisches internationales Hilfsmittel über die gesamten Forschungen auf naturwissenschaftlichem Gebiet schüfe. Die bisherigen Jahresberichte, unter denen die „Fort-schritte der Physik“ obenan stehen, sind private Unternehmungen, die aus mancherlei vom Verfasser näher dargelegten Gründen keine Gewähr für die erforderliche Vollständigkeit bieten. „Sollen diese Unternehmungen, die aus deutschem Geiste hervorgegangen sind, dauernd gesichert und in den Stand gesetzt werden, auch den immer grösser werdenden Ansprüchen in Zukunft gerecht zu werden, so müssen dieselben auch seitens der gesamten wissenschaftlichen Welt und ihrer Vertretung eine dauernde gesicherte Unterstützung erhalten.“ „Es ist dabei an dem Gedanken eines einheitlichen Berichtes festzuhalten, der möglichst international ein grosses Gebiet berücksichtigt.“ Ein solcher Bericht ist kaum möglich, „wenn nicht pekuniäre Mittel, grosse litterarische Hilfsquellen, ein mit der Sache ausschliesslich betrauter Redakteur, und eine wissenschaftliche Vereinigung vorhanden sind, welche für die Mitarbeiter sorgt“.

Die letzterwähnte Anlehnung könnte für die physikalischen Wissenschaften bei dem physikalisch-technischen Reichsinstitut gefunden werden, wenn bei demselben eine litterarisch-bibliothekarische Abteilung eingerichtet würde. Manche günstige Vorbedingungen wären hier für den beabsichtigten Zweck vorhanden, der freilich auf diesem Wege nur für einen Teil der Wissenschaften zu erreichen wäre. Ein anderer litterarischer Centralpunkt von allgemeiner Bedeutung wäre in den Akademien gegeben, denen ohnehin reiche litterarische Schätze auf allen Gebieten der Wissenschaft zufließen. „Nicht, dass sie die Arbeit selbst unternehmen und ausführen sollten, sondern nur, dass unter ihren Auspizien der Unternehmung Sicherung und Dauer gewährt, die möglichste Vollständigkeit gewährleistet und auch durch pekuniäre Hilfsmittel die schnelle Herausgabe ermöglicht würde.“ —

„Die Vorteile einer solchen Einrichtung für die Wissenschaft liegen auf der Hand. Einmal würde für lange Zeiten das Bestehen solcher Jahresberichte in der bestmöglichen Form gesichert, dann aber kann eine Vollständigkeit der Litteratur erzielt werden, wie sie weder Privatpersonen noch Gesellschaften erreichen könnten; es wäre die wissenschaftliche Arbeit der Jetztzeit und der Zukunft leicht zugänglich gemacht und dauernd gesichert, der Spezialisierung und Einseitigkeit würde entgegengearbeitet, und wenn für die Nachbarwissenschaften dieselbe Idee durchgeführt würde, könnte ein Connex zwischen den einzelnen Abteilungen hergestellt werden, der den grössten Vorteil bringen könnte und würde.“

Speziell an die Bedürfnisse des Unterrichts knüpfen die folgenden Schlüsselaussführungen des Verfassers an: „Wenn in der kurz dargelegten Weise die wissenschaftliche Litteratur an Centralstellen zugänglich gemacht und übersichtlich zusammengestellt würde, dürfte es auch für die einzelnen Lehrer und Schüler nicht schwierig sein, sich im Zusammenhang mit der wissenschaftlichen Arbeit zu erhalten. Die Lehrerbibliotheken haben fast überall die Mittel, um solche Jahresberichte, die bei staatlicher Subvention für ein bestimmtes Absatzgebiet sich weit billiger herstellen liessen, als es jetzt für das private Unternehmen möglich ist, zu beschaffen, während augenblicklich die Mittel dazu nicht überall ausreichen.“ — „Bei dem immer grösseren Schwinden des historischen Interesses und der wachsenden Stoffansammlung wird in kleinen Städten noch mehr als an den Centralpunkten die unmittelbare Verbindung mit der Entwicklung der Wissenschaft unmöglich gemacht. Die Lehrer sind dann auf Lehrbücher oder Sammelwerke von grösserem oder geringerem Werte angewiesen, oder greifen nur sich zufällig darbietende oder Aufsehen erregende Stoffe heraus, die oft in wenig befriedigender Weise dann für Schulbuchlitteratur verwertet werden. Überhaupt würde sich dann die Arbeit wieder mehr der Verwertung der Wissenschaft für den Unterricht als der Anfertigung der Schulbücher zuwenden, die jetzt in so reichlicher Überfülle „auf Grund der neuen Lehrpläne“ erscheinen, und deren Inhalt oft keinen erfreulichen Einblick in die wirklich wissenschaftliche Thätigkeit der Verfasser gewährt. Wie sich sonst noch das Unternehmen fruchtbar machen liesse, wie vielleicht die jüngeren Lehrkräfte mit zur Mitarbeit herangezogen werden könnten, wie ein Auskunftsbureau einzurichten und die Schulbuchlitteratur vielleicht im Anschlusse an ein Schulmuseum zugänglich zu machen wäre, das

sind Ideen, die in einer späteren Erörterung, wenn die Möglichkeit zur Verwirklichung vorliegen sollte, ausgeführt werden könnten.“ —

Diese Hinweisungen sind wohl geeignet, auch in der Lehrerwelt das grösste Interesse für die Verwirklichung des gemachten Vorschlages zu erwecken. P.

Program - Abhandlungen.

Zur Theorie der elastischen Kugelwellen mit Anwendung auf die Reflexion und Brechung des Lichts. Von Dr. P. Jaerisch. Realschule am Eilbeckerwege zu Hamburg. 1893. Pr. No. 735. 45 S.

Der Verfasser ergänzt und erweitert in dieser Abhandlung seine früheren Arbeiten über Kugelschwingungen. Der erste Teil giebt die Integration der Elasticitätsgleichungen ohne die Voraussetzung, dass sich die elastischen Verrückungen in longitudinale und transversale Componenten zerlegen lassen. Es ergeben sich ausser den früher gewonnenen Ausdrücken für die Verrückungen neue Integralsysteme, von denen zwei gerade für Lichtschwingungen von Bedeutung sind. Im zweiten Teile wird der Nachweis geführt, dass sowohl den Grenzbedingungen, welche die Gleichheit der Verrückungen und der lebendigen Kraft der Ätherbewegung ausdrücken, als auch den Grenzbedingungen, welche die Gleichheit der elastischen Druckkräfte zu beiden Seiten der Grenzfläche der beiden Körper, in welchen die Ätherbewegung stattfindet, fordern, nur durch transversale Schwingungen genügt werden kann, wenn der Betrachtung statt ebener Wellen Kugelwellen zu Grunde gelegt werden. Als notwendige Folge der vorhandenen Bedingungen ergibt sich dabei die von F. Neumann angenommene Gleichheit der Dichtigkeit des Äthers in allen Körpern. In dem dritten Teile werden die Schwingungszustände einer freien Kugelfläche behandelt, welche infolge der Reflexionen an den Grenzflächen entstehen, wenn auf die Massenteile nur die elastischen Kräfte wirken, welche durch die Verrückungen erzeugt werden. Die Abhandlung ist ein wertvoller Beitrag zur Theorie der Kugelschwingungen und zur elastischen Lichttheorie. H.

Die Methoden zur Bestimmung der Oberflächenspannung. Von Paul Hersel. Realgymnasium zu Iserlohn. 1893. Pr. No. 373. 89 S. 80.

Die Abhandlung giebt einen gedrängten Überblick über die statischen Theorien der Capillaritätserscheinungen und eine Zusammenstellung der Methoden zur Bestimmung gewisser unveränderlicher Grössen, welche von der Oberflächenspannung der Flüssigkeiten abhängen. Dankenswert ist die eingehende Würdigung der Untersuchungen von Wilhelmy, die ihrer Zeit einen so störenden Einfluss auf die Theorie der Capillarität ausgeübt haben. Die benutzte Litteratur besteht im wesentlichen aus den wichtigsten Arbeiten, die in den Annalen der Physik und Chemie erschienen oder angeführt sind. Zur Beleuchtung der Principia generalia hätte der Briefwechsel zwischen Gauss und Schumacher herangezogen werden können. Die Briefe vom 29. Januar 1829, 4. Mai 1829, 24. Februar 1830, 18. April 1830 und 28. Oktober 1831 werfen auf die Entstehungsgeschichte dieser so hervorragenden Arbeit einiges Licht und stellen besonders den Zusammenhang der Arbeiten von Laplace und Gauss fest. H.

Apparate und Versuche für physikalische Schülerübungen. Von Dr. Friedrich Niemöller. Rats-Gymnasium zu Osnabrück. Ostern 1894. Pr. No. 318. 22 S.

Ein erfreuliches Zeichen dafür, dass die von mehreren Seiten gegebenen Anregungen zu Schülerübungen Beachtung und Nachfolge gefunden haben, liefert diese Programmabhandlung des den Lesern der Zeitschrift schon bekannten Verfassers. Die Versuche sind für Schüler der Unter- und Obersekunda bestimmt, von denen (nach brieflicher Mitteilung) jedesmal acht in zwei Gruppen beschäftigt wurden. Die Auswahl der 104 Versuche erstreckt sich auf Mechanik, einschliesslich der Hydro- und Aëromechanik, Wärmelehre, Optik, Magnetismus, Reibungselektrizität, Galvanismus. Beachtenswert ist das Prinzip, zu einer grösseren Reihe von Versuchen den gleichen Apparat zu benutzen, so eine sehr einfache Zeigerwaage (deren Beschreibung in dieser Zeitschrift erscheinen wird) für die Versuche aus der Mechanik fester Körper, oder das Manometer für die Versuche über flüssige und gasförmige Körper. Auch eine grössere Reihe messender Versuche hat der Verfasser aufgenommen, sich dagegen im allgemeinen auf die Benutzung einfachster Apparate beschränkt. Allen, die ähnliche Übungen ausführen lassen wollen, kann die Zusammenstellung bestens empfohlen werden. P.

Die Vorgänge beim elektrischen Strome, veranschaulicht durch Flüssigkeitsströme. Von E. Grimsehl. Realschule zu Cuxhaven, Ostern 1894. 18 S.

Der Verfasser führt die Analogie zwischen elektrischen Strömen und Flüssigkeitsströmen eingehender durch, als es in der Regel zu geschehen pflegt. Namentlich auch die durch das

Ohmsche Gesetz ausgedrückten Beziehungen werden von ihm mittels eigens für diesen Zweck construirter Apparate durch Flüssigkeitsströme veranschaulicht. Das Grundschemata für diese Versuche besteht in zwei Flaschen, die je mit einem oberen und einem unteren Tubulus versehen, in verschiedener Höhe aufgestellt und derart mit einander verbunden sind, dass die beiden oberen und die beiden unteren Tubuli mit einander communicieren. Zur Nachahmung des Ohmschen Gesetzes werden Capillarröhren eingeschaltet. Auch zur Demonstration der Stromverhältnisse bei mehreren Stromquellen sowie selbst bei verzweigten Leitern wird dasselbe Prinzip mit einem etwas complicirteren Apparat zur Anwendung gebracht, endlich auch die günstigste Schaltung mehrerer Elemente bei gegebenen inneren und äusseren Widerstände durch Flüssigkeitsströme erläutert. Diese Demonstrationen gehen freilich zum Teil über die Grenzen und wohl auch über das Bedürfnis des Schulunterrichts hinaus, sind aber gleichwohl interessant und lehrreich. Ein Auszug aus der Abhandlung wird in dieser Zeitschrift erscheinen. P.

Versammlungen und Vereine.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin.

Sitzung am 20. Oktober 1893. Herr A. Raps sprach über die Untersuchungen von Lichtschwingungen. Die Beschreibung der hierbei angewandten Methode und der erhaltenen Ergebnisse wurde in *Wied. Ann. L 193* veröffentlicht. — Derselbe führte dann einige Apparate zur Demonstration der Ampèreschen Versuche vor. Vgl. diese Zeitschr. VII 114.

Sitzung am 3. November 1893. Herr F. Naesen zeigte eine selbstthätige Quecksilberluftpumpe vor. Ihre Anordnung unterschied sich von der am 28. April 1893 beschriebenen durch den Teil, welcher das selbstthätige Spiel bewirkt.

Sitzung am 17. November 1893. Herr O. Froelich sprach über Anwendungen der verallgemeinerten Wheatstoneschen Brücke. Der Vortragende hat vor längerer Zeit (*Wied. Ann. XXX 156* und *E. T. Z. 1886, 483*) den Satz abgeleitet: Wenn in sämtlichen Zweigen der Wheatstoneschen Brücke elektromotorische Kräfte wirken, so stehen die Widerstände der Seitenzweige in der bekannten Proportion, wenn bei einer Widerstandsveränderung in dem einen Diagonalzweig der Strom in dem anderen Diagonalzweig gleich bleibt. Ausser diesem Gleichgewicht der Widerstände giebt es bei diesem Schema noch ein Gleichgewicht der elektromotorischen Kräfte: Wenn eine gewisse Beziehung zwischen sämtlichen elektromotorischen Kräften und den Widerständen der Seitenzweige und des festen Diagonalzweiges erfüllt ist, so bleibt der Strom in diesem letzteren ebenfalls gleich, wenn der andere Diagonalzweig verändert wird. Dieses Gleichgewicht hat aber die Eigentümlichkeit, dass der Strom in dem veränderlichen Diagonalzweig stets Null ist. In diesen beiden Sätzen sind sämtliche Nullmethoden enthalten, welche bisher zur Bestimmung von elektromotorischen Kräften und Widerständen angewendet wurden. Ferner kann man eine Anzahl derselben, bei welchen besondere Mittel angewendet werden, um im festen Diagonalzweig das Auftreten von Strom zu vermeiden, erheblich vereinfachen, wenn man auf gleichen Strom, nicht auf den Strom Null einstellt. Die beiden Sätze gelten nur für constante elektromotorische Kräfte und Widerstände; sind dieselben veränderlich, so treten Modificationen ein. Da nun namentlich die elektromotorischen Kräfte nie wirklich constant sind, so ergiebt sich hieraus, dass die Ergebnisse, die man bisher mittels der hierher gehörigen Brückenmethoden erzielte, teils unrichtig sind, teils nicht unerheblicher Verbesserungen bedürfen; es gilt dies hauptsächlich für Elemente von Zersetzungszellen, elektrische Flammenbogen und elektrische Maschinen. So ist z. B. die Methode von Kohlrausch zur Bestimmung von Flüssigkeitswiderständen keineswegs unabhängig von der Polarisation, obschon diese letztere gering ist und ihre Richtung stets wechselt. Sind in einem Körper elektromotorische Kraft und Widerstand veränderlich, so ergeben Brückenmessungen diese Grössen nicht. Ist entweder die elektromotorische Kraft oder der Widerstand constant und misst man bei verschiedenen Stromstärken, so kann durch ein Integrationsverfahren (vgl. *E. T. Z. 1891, 370*) der veränderliche Teil als Funktion der Stromstärke dargestellt werden. Der Vortragende besprach alsdann die Anwendungen jenes Satzes auf Messungen an arbeitenden Dynamomaschinen und im Betrieb befindlichen Gleichstromanlagen. (Vgl. *E. T. Z. 1888, 137* u. *497*; *1893, 48*.) — Herr A. Blümel demonstrierte darauf einen von ihm construirten Apparat, welcher gestattet, das Snellsche Brechungsgesetz zu bestätigen und den Brechungsexponenten von Flüssigkeiten mit ziemlicher Genauigkeit zu bestimmen. (Vgl. diese Zeitschr. II 162 und VI 299.)

Sitzung am 1. December 1893. Herr F. Neesen sprach über ein Verfahren, Aluminium mit anderen Metallen zu überziehen. Nach Reinigung mit Salpetersäure wird der Aluminiumgegenstand in Kalilauge (nicht zu concentrirt) getaucht, bis Gasentwicklung eintritt. Darauf hält man ihn, nachdem er nur abgeschwenkt (nicht getrocknet) ist, einige Secunden lang in eine verdünnte Quecksilbersalzlösung, z. B. 5 g Quecksilberchlorid auf 1 l Wasser. Beim Herausnehmen wird sich ein schwarzer Belag zeigen, der abgewaschen wird. Das Aluminium kommt nun wieder in die Kalilauge, in welcher jetzt eine sehr lebhaft Gasentwicklung eintritt. Zur völligen Sicherung kann man dasselbe nochmals in die Quecksilbersalzlösung bringen, wieder abwaschen und wieder in die Kalilauge tauchen. Aus dieser herausgehoben, wird es abgeschwenkt und dann in eine Cyansilberlösung als Kathode eingeführt. Dies so versilberte Aluminium lässt sich walzen, biegen und polieren. — Herr W. Wien sprach dann über die Entropie der Strahlung. (Vgl. *Wied. Ann.* LII 132, 1894.)

Mitteilungen aus Werkstätten.

Eisendraht-Bolometer zur Untersuchung von Wärmespektren.

Aus dem Physikalisch-mechanischen Institut von Dr. M. Th. Edelmann in München.

Im Jahre 1873 versuchten Dr. C. Lang (später Direktor der Münchener Meteorologischen Centrale und erst kürzlich verstorben) und ich im Beetzchen Laboratorium die dunklen Linien im Wärmespektrum dadurch nachzuweisen, dass wir passend ausgespannte dünne Eisendrähte bestrahlen liessen und die sich durch die Erwärmung ergebende Widerstandsänderung mittelst der Wheatstoneschen Brücke zur Messung brachten.

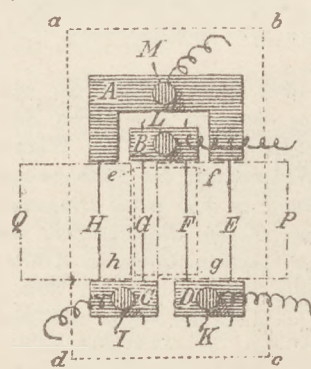


Fig. 1.

„Bolometer“ beigelegt. Im Laufe der letzten Jahre hat man jedoch durch das bekannte, höchst empfindliche Rosenthalsche Mikrogalvanometer auch dem Bolometer eine ausserordentliche Empfindlichkeit geben und dasselbe dadurch zu einem ausgezeichneten Messinstrumente machen können.

Auf einem rechteckigen Hartgummibrette *abcd* (in der Mitte von der ebenfalls rechteckigen Öffnung *efgh* durchbrochen) sind die Messingklötze *ABCD* aufgeschraubt (Fig. 1). Zwischen denselben sind vier dünne geschwärzte Eisendrähte *EFGH* ausgespannt. Diese vier Drähte bilden die vier Zweige einer Wheatstoneschen Brücke. Die Klemmschrauben *I* und *K* dienen zur Einführung des Stromes in die Brücke und die Klemmschrauben *L* und *M* zur Einschaltung des Rosenthalschen Mikrogalvanometers oder eines anderen hochempfindlichen Galvanoskopes. Der Draht *E* ist etwas höher im Widerstand als die drei anderen und wird zwischen die Klemmschrauben *K* und *M* noch ein Stöpsel- oder Schlittenrheostat als Zweig neben den Draht *E* geschaltet, damit man im Stande ist, die Brücke in Gleichgewichtszustand zu bringen oder die Galvanometernadel auf Null einzustellen.

Die in Fig. 2 sichtbare Seite des Instrumentes ist für gewöhnlich durch einen Holzdeckel geschlossen; in denselben sind oben und unten Ventilationslöcher eingebohrt; er lässt sich, um ein Charnier drehend, öffnen und ist mittelst dieses Charniers am Hartgummibrett *abcd* befestigt. Die beiden Schieber *PQ* dienen dazu, die breite Öffnung *efgh* zu einem schmalen Spalt vor einem der Drähte *FG* zu reducieren. Alle vier Eisendrähte sind mit schwarzer dünner Farbe

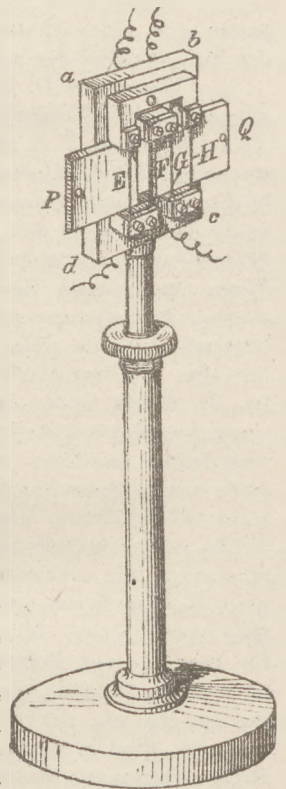


Fig. 2.

überzogen und haben einen Widerstand von je 0,1 Ohm ebenso das Mikrogalvanometer. Unter diesen Verhältnissen macht eine Temperaturdifferenz von einem Zehntausendstel Grad Celsius bezüglich der beiden Drähte *FG* bei zwei Meter Abstand zwischen Skalenerrohr und Mikrogalvanometer einen Ausschlag von etwa 20 mm: bei einem Strom von 0,25 A im Hauptstromkreise. Bei der Beobachtung liest man nur Skalenausschläge ab und benützt die beige-schalteten Rheostaten nur zur Einstellung auf Null bei unbestrahltem Bolometer.

Demonstrations-Mikroskop für den mineralogisch-petrographischen Unterricht.

Von R. Fuess in Berlin-Steglitz.

Für den Unterricht in Mineralogie und Petrographie fehlte es bisher an einem geeigneten Demonstrations-Mikroskop, welches zur Erläuterung bei Vorlesungen und beim Schulunterricht unter den Zuhörern von Hand zu Hand gegeben werden kann. Das nachstehend beschriebene Instrument soll dem bestehenden Mangel abhelfen.

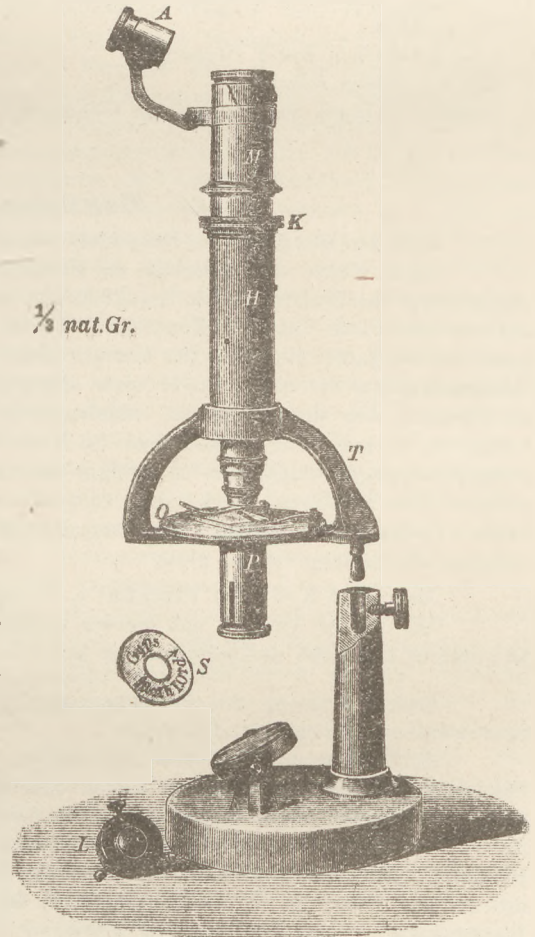
An einem gemeinsamen Träger *T* ist die Einschiebhülse *H* für den Tubus *M*, ferner diejenige für die Polarisator-Röhre *P* und der drehbare Objektisch *O* befestigt. Durch Verschieben in seiner Hülse wird der Mikroskoptubus *M* auf das Objekt eingestellt und sodann mittels eines Klemmringes *K* festgeschraubt. Das vor dem Oculare befindliche Analysator-Prisma *A* ist an einem, um ein Charnier beweglichen Arm angebracht, dessen fester Teil in Verbindung mit dem Tubus steht und kann für den Übergang vom gewöhnlichen zum polarisierten Lichte und umgekehrt vor und weggeschlagen werden. Es können somit alle Operationen ohne Hinweglegen und Wiederaufsetzen des Analysators von jedem Beobachter leicht vollzogen werden; auch ist damit die Gefahr des Hinunterfallens und dergleichen vermieden. Kräftige Strichmarken geben die jeweilige orientierte Lage des in seiner Hülse drehbaren Analysators an. Um zwischen Analysator und Ocular Gyps- und Glimmerplättchen in gesicherter Lage einschalten zu können, werden dieselben in eine auf das Ocular federnd aufgesetzte Scheibe *S* eingelegt.

Der mit 2 federnden Objektklappen versehene drehbare Objektisch *O* besitzt eine von 5° zu 5° fortschreitende, kräftige Strichteilung, welche für das, lediglich der Beobachtung dienende Instrument wohl ausreichend ist.

Drei in der Einschiebhülse *P* des Polarisators 45° von einander entfernte Führungsschlitze sichern dem Polarisator bestimmt orientierte Lagen. Über dem Polarisator-Nicol ist eine Condensor-Linse eingeschraubt, welche gemeinsam mit dem stets in bestimmter Stellung sitzenden Polarisator dem Objekt genähert und entfernt werden kann.

Um das Instrument für Beobachtungen von Axenbildern im convergenten Lichte herzurichten, wird an dem Tubus ein zweigliedriges Linsensystem, welches eine höhere Apertur als die dem Mikroskop beigegebenen Objektive besitzen, angeschraubt. Die über dem Polarisator befestigte Linse wird noch durch eine zweite, der Frontlinse des Beobachtungssystems gleich-

artige, ergänzt und bildet mit dieser das Condensor-System. Die Axenbilder kann man ausser nach der von Lasaulx'schen Methode auch nach einer von Prof. Klein angegebenen beobachten, wenn man durch eine auf den Analysator aufsetzbare, mit Schraube zu befestigende Loupe *L*,



welche auf das im äusseren Brennpunkte des Oculars entstehende Axenbild eingestellt ist, sieht.

Zu Beobachtungsobjektiven eignen sich die Nummern 0, 2, 3, 4 und 5; für Objektive stärkerer Vergrösserung ist die freihändige Einstellung nicht mehr ausreichend.

Um das Demonstrations-Mikroskop zu einem billigen, gewöhnlichen Mikroskope zu gestalten, ist an dem gemeinsamen Träger für Tubus, Tisch und Polarisator eines jeden Mikroskopes die Einrichtung vorgesehen, dasselbe in einem mit Beleuchtungsspiegel versehenen Stativ befestigen zu können. Der schwere Metallfuss des Statives giebt dem nun für den gewöhnlichen Gebrauch umgewandelten Mikroskop einen durchaus festen Stand.

Für den Gebrauch vorbeschriebenen Instruments an höheren Schulen kann eine aus 12 typischen Gesteinen bestehende Sammlung von Dünnschliffen beigegeben werden.

Preisliste über das Demonstrations-Mikroskop und dessen Zubehör.

1) Demonstrations-Mikroskop (ohne Stativ) mit 2 Nicolschen Prismen, jedoch ohne Ocular und Objektive	48,— M.
2) Stativ mit Spiegel	9,— "
3) 1 Ocular	5,— "
4) Objektive No. 0	14,— "
" " 2	18,— "
" " 4	26,— "
5) Axenbilder-Beobachtungs-Objektiv nebst aufschraubbarer Frontlinse zum Condensor .	18,— "
6) 1 Loupe, aufsetzbar auf den Analysator zur Beobachtung von Axenbildern nach Prof. Klein	4,50 "
7) 1 Gypsplättchen Rot I. Ordnung	3,50 "
8) $\frac{1}{4}$ Und. Glimmerplättchen	3,50 "
9) Polierter Schrank für vorgenannte Gegenstände	8,50 "
	Summa 158,— M.

Correspondenz.

Herr Dr. Berghoff in Düsseldorf schreibt uns:

Im I. Bande der *Zeitschrift zur Förderung des physikal. Unterrichts* S. 33 findet sich eine Abhandlung von Prof. Krebs in Frankfurt über einen verbesserten Riessschen Verteilungsapparat, der von der Firma Lisser & Bennecke in Berlin gefertigt wird. Mit einem für unsere Anstalt gelieferten Apparate liess sich der Versuch nicht anstellen, weil nach Einführung der geriebenen Hartgummiplatte das obere Pendel nicht abgestossen wurde. Eine genauere Untersuchung ergab als Ursache, dass der Metallarm, vermittelt dessen der Messingcylinder an dem Stativ befestigt ist, zu lang war. Wurde dem am Ende desselben befindlichen Knopfe der Schraube ein Pendelchen gegenübergestellt, so erfolgte dessen Abstossung sofort. Es dürfte sich daher empfehlen, den Metallarm durch einen solchen von Hartgummi zu ersetzen. Auch der für den zweiten Cylinder beigegebene Verbindungsdraht ist trotz einer diesbezüglichen Bemerkung in der citierten Abhandlung viel zu gross.

Herr Prof. Krebs in Frankfurt a. M. bemerkt dazu:

Mir ist der Versuch mit meinem Apparat stets gelungen; es kommt wesentlich darauf an, dass er genügend durchgewärmt ist und dass die Abstände der Teile richtig gewählt werden.

Schulordnung der Grossherzogl. S. Fachschule und Lehrwerkstatt für Glasinstrumentenmacher in Ilmenau.

1. Zweck der Schule. Die Schule hat die Aufgabe, junge Leute, welche sich der Glasinstrumentenindustrie widmen wollen oder in ihr bereits thätig waren, praktisch und theoretisch auszubilden, um in Verbindung mit der Grossherzogl. Prüfungsanstalt für Glasinstrumente auf die Förderung der Instrumentenindustrie Thüringens thunlichst hinzuwirken. 2. Art der Ausbildung. Der praktische Unterricht umfasst folgende Arbeitsgebiete: a) das Glasblasen: Verarbeiten des Glases an der Gebläselampe, b) das Schleifen: die Herstellung von Glasschliffen an Instrumenten, c) das Justieren und Abwiegen: Vorprüfung der Instrumente und Berechnen der Einteilungen, d) das Teilen und Schreiben: Herstellung und Bezifferung u. s. w. der Einteilungen an Instrumenten, e) das Fertigmachen: Zusammenfügen von Einzelteilen zu fertigen Instrumenten, f) die Herstellung der zu vielen Glasinstrumenten nötigen Metall- und Holzteile. Zum praktischen Unterricht tritt das Zeichnen. In der Hauptsache wird constructives Zeichnen, daneben aber auch

Freihandzeichnen geübt. Der theoretische Unterricht umfasst diejenigen Teile der Physik und Chemie, welche dem Fertiger von Glasinstrumenten erforderlich sind. An den Unterricht in der Physik reiht sich der mathematische Unterricht an, welcher die Kenntnis einfacher Körperberechnungen und sonst aller solcher Berechnungen erstrebt, welche bei der Konstruktion der Instrumente nicht zu umgehen sind. Ausserdem werden nach Bedürfnis in einigen Wochenstunden die Schüler im Gebrauch der deutschen Sprache, im Rechtschreiben und nach Befinden in anderen, an den Volksschulunterricht sich anschliessenden Fächern unterwiesen werden. 3. Verteilung des Unterrichtsstoffes. Während an dem theoretischen Unterrichte alle Schüler teilzunehmen haben, wird die praktische Unterweisung in den unter 2a bis f aufgeführten Arbeitsgebieten nur in den Anfangsgründen allen Schülern im ersten Lehrjahre zu teil. In dem Hauptteile der Lehrzeit werden die Schüler in zwei Arbeitsgruppen geteilt, von denen die erste A: das Glasblasen und Schleifen (a und b), die zweite B: die unter c bis f aufgeführten Arbeitsgebiete umfassen soll. Der gemeinschaftliche Anfangsunterricht soll dazu dienen, allen Schülern die Grundbegriffe der Glasinstrumententechnik zu lehren und die Befähigung eines jeden Schülers für eine der beiden Arbeitsgruppen zu prüfen. 4. Von den Schülern. Zur Aufnahme in die Schule ist wenigstens die Absolvierung einer Volks- oder Bürgerschule und der Nachweis guter sittlicher Führung auf derselben erforderlich. Ist der zur Aufnahme Angemeldete länger als ein Jahr praktisch thätig gewesen, so hat er sich einer besonderen Zulassungsprüfung zu unterziehen. Über die Aufnahme eines Schülers entscheidet je nach Sachlage der Direktor; bei einer Überzahl von Anmeldungen ist den Bewerbern aus Thüringen der Vorzug zu geben. Die Lehrzeit währt im Allgemeinen drei Jahre; sie kann auf besonderen Wunsch auch verlängert werden. Haben Schüler länger als ein Jahr in einer besseren Fabrik oder Werkstatt mit Erfolg gearbeitet, so kann die Lehrzeit entsprechend verkürzt werden. Dasselbe kann bei besonderer Befähigung eines Schülers eintreten; doch soll im Allgemeinen stets der Grundsatz gelten, dass nur gut ausgebildete Schüler die Fachschule verlassen. Das Schulgeld beträgt für Angehörige des Grossherzogtums Sachsen 50 M., für Angehörige anderer deutscher Bundesstaaten 100 M. auf das Jahr und ist in vierteljährlichen Raten im Voraus zu entrichten. Befähigten, mittellosen Schülern kann bei tüchtigen Leistungen das Schulgeld nach wenigstens halbjährigem Besuche und nach eingeholter Genehmigung des Grossherzogl. Staatsministeriums teilweise oder ganz erlassen werden. Am Schlusse eines jeden Lehrjahres, das immer anfangs April beginnt, werden den Schülern Zeugnisse über ihre Leistungen und am Ende der gesamten Lehrzeit Abgangszeugnisse über Verlauf und Erfolg der ganzen Lehrzeit ausgefertigt. Für Papier, Schreib- und Zeichenmaterialien, ebenso für das nötige Zeichengerät hat der Schüler zu sorgen; alle übrigen Werkzeuge und Arbeitsmaterialien liefert die Schule. Die Zulassung von Schülern ausserhalb des Lehrlingsverhältnisses bleibt der Genehmigung des Direktors ebenso vorbehalten wie die Bedingungen, unter denen die Zulassung erfolgt. 5. Von der Verwaltung der Schule und von den Lehrern. Die Schule ist eine Staatsanstalt und steht unter Aufsicht des Grossherzogl. Staatsministeriums, Departements des Innern. Die Kosten derselben werden bestritten aus den Schulgeldern, den Zuschüssen der Grossherzogl. Staatsregierung und sonstigen Zuwendungen. Die Schule wird von dem Direktor der Grossherzogl. Prüfungsanstalt für Glasinstrumente geleitet. Den Unterricht in den unter 2a bis f aufgeführten Arbeitsgebieten und den Zeichenunterricht erteilen besondere fachmässig ausgebildete Lehrer, akademisch und seminaristisch vorgebildete Lehrer den theoretischen Unterricht. Alle Lehrer haben die sittliche Pflege der Schüler auf eifrigste zu fördern. Ein Ehrencuratorium von Gelehrten und Fabrikanten wird auf Einladung des Grossherzogl. Staatsministeriums alljährlich zusammentreten, um in Angelegenheiten der Schule der Grossherzogl. Regierung beirätig zu sein. 6. Weitere Bestimmungen. Die Schüler stehen unter Schulzucht und haben sich eines sittlichen Lebenswandels zu befleissigen. Die wochentägige Schulzeit währt im Sommer 10, im Winter 9 Stunden. Des Vormittags findet der theoretische Unterricht, der Unterricht im Zeichnen und die unter 2c und d aufgeführten praktischen Übungen statt. Der Nachmittag ist dem Glasblasen und den übrigen praktischen Arbeiten zu widmen. Häusliche Arbeiten werden im Allgemeinen nicht verlangt; dagegen ist auf körperliche und seelische Ausbildung in der schulfreien Zeit hinzuwirken. Die von den Lehrern und Schülern der Anstalt ausgeführten Arbeiten gehören der letzteren und werden in deren Interesse verwendet (entweder verkauft oder als Eigentum der Schule aufbewahrt). Der etwaige Verkauf der Instrumente kann nur an Fabrikanten erfolgen, unter denen die Thüringer zu bevorzugen sind. Die Verkaufspreise werden von dem Direktor der Schule festgesetzt und sind möglichst unverändert beizubehalten.

Himmelserscheinungen im September und Oktober 1894.

☾ Mond, ♀ Merkur, ♀ Venus, ♂ Erde, ☉ Sonne, ♂ Mars,
♃ Jupiter, ♄ Saturn. — ♂ Conjunction, □ Quadratur, ♁ Opposition.

Monatstag	September						Oktober						
	3	8	13	18	23	28	3	8	13	18	23	28	
Helio- centrische Längen.	161°	182	201	216	231	246	259	273	288	304	320	340	☉ ☽ ♃ ♄
	106	114	122	130	139	147	155	163	171	179	187	195	
	341	346	351	355	0	5	10	15	20	25	30	35	
	369	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29	32	
	82	82	83	83	83	84	84	85	85	86	86	86	
	206	207	207	207	207	207	207	207	208	208	208	208	
Aufst. Knoten. Mittl. Länge.	2°	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	359	☉
	202	268	334	40	105	171	237	303	9	75	141	207	☉
Geo- centrische Recta- scensionen.	206°	272	334	31	104	176	240	307	4	69	146	208	☉ ☽ ♃ ♄
	163	172	180	187	194	201	208	214	221	226	231	234	
	141	147	153	159	165	171	176	182	188	194	199	205	
	162	167	171	176	180	185	189	194	199	203	208	213	
	33	34	34	34	34	33	32	30	29	27	26	24	
	93	93	94	95	95	96	96	96	97	97	97	97	
	202	202	203	203	204	204	205	205	206	207	207	208	
Geo- centrische Dekli- nationen.	-13°	-29	-14	+16	+28	+2	-25	-24	+2	+27	+17	-14	☉ ☽ ♃ ♄
	+9	+5	+1	-3	-6	-10	-13	-16	-18	-20	-22	-22	
	+16	+14	+12	+10	+8	+6	+3	+1	-2	-4	-7	-9	
	+7	+6	+4	+2	0	-2	-4	-6	-8	-10	-11	-13	
	+9	+10	+10	+10	+10	+10	+10	+9	+9	+9	+8	+8	
	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	
	-7	-7	-7	-7	-7	-8	-8	-8	-8	-9	-9	-9	
Aufgang.	17 ^h 17 ^m	17.26	17.34	17.42	17.51	17.59	18.8	18.16	18.25	18.34	18.43	18.53	☉
	23 ^h 24 ^m	4.12	6.5	6.55	10.30	18.4	23.44*	3.45	4.41	6.15	12.46	19.54	
Untergang.	6 ^h 42 ^m	6.30	6.18	6.6	5.54	5.43	5.31	5.19	5.8	4.57	4.46	4.36	☉
	7 ^h 42 ^m	10.14	16.21	22.55	3.48	5.27	6.42	11.30	17.52	23.32*	3.10	4.8	
Zeitglch.	-1 ^m 45 ^s	-2.25	-4.9	-5.56	-7.41	-9.23	-10.59	-12.26	-13.44	-14.48	-15.37	-16.8	☉

*) Bezieht sich auf den vorhergehenden Tag.

Daten für die Mondbewegung (in Berliner Zeit):

September 6 13 ^h 57 ^m	Erstes Viertel	Oktober 6 7 ^h 55 ^m	Erstes Viertel
" 9 21	Mond in Erdferne	" 7 15	Mond in Erdferne
" 14 17 15	Vollmond	" 14 7 34	Vollmond
" 22 1 26	Letztes Viertel	" 21 7 49	Letztes Viertel
" 25 19	Mond in Erdnähe	" 22 2	Mond in Erdnähe
" 28 18 38	Neumond.	" 28 6 51	Neumond.

Constellationen. September: 2 16^h ♄ ♂ ☉; 2 20^h ♀ obere ♂ ☉, wird Morgenstern; 14 teilweise sichtbare Mondfinsternis, Anfang 16^h 29^m, 4, Mitte 17^h 25^m, 1, Ende 18^h 20^m, 9, grösste Phase 0,227 Mond Durchmesser, Untergang des ☉ 17^h 36^m; 17 13^h ♀ in Sonnennähe; 18 6^h ♂ ♂ ☉; 22 10^h ♃ ♂ ☉; 22 14^h ☉ in der Wage, Herbst-Aequinox; 27 14^h ♀ ♂ ☉; 27 22^h ♃ □ ☉; 28 unsichtbare Sonnenfinsternis; 30 7^h ♀ ♂ ☉; 30 9^h ♀ ♂ ♄. — Oktober: 1 17^h ♀ in Sonnenferne; 14 2^h ♀ ♂ ♂; 15 1^h ♂ ♂ ☉; 19 0^h ♀ in grösster östlicher Elongation; 19 18^h ♃ ♂ ☉; 20 11^h ♂ ♂ ☉; 21 0^h ♄ ♂ ☉; 27 17^h ♀ ♂ ☉; 27 23^h ♄ ♂ ☉; 29 23^h ♀ ♂ ☉; 30 5^h ♀ ♂ ♄.

Meteore. Im September nur schwache Maxima; bedeutendere Zahlen liefert der Oktober-Schwarm Okt. 17-24.

Das Zodiacallicht ist in beiden Monaten gegen 16^h am Osthimmel aufzufinden, so weit nicht der Mondschein hindert.

Veränderliche Sterne. Algols-Minima treten ein September 2 14^h, 5 11^h, 22 16^h, 25 13^h, 28 10^h; Oktober 15 15^h, 18 11^h, 21 8^h. — Minima von λ Tauri Okt. 16 16^h, 20 15^h, 24 14^h, 28 13^h. — Zu den für Juli und August genannten Sternen und den schwach veränderlichen Objekten α Cassiopeiae, η Cephei, ε Aurigae treten in den späten Abendstunden noch ζ und η Geminorum; noch später α und β Orionis.

J. Flammann, Warendorf.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagshandlung gestattet.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin G.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.
