

Zeitschrift  
für den  
Physikalischen und Chemischen Unterricht.

---

XIX. Jahrgang.

Sechstes Heft.

November 1906.

---

Über Versuche mit Wechselstromanzeigern.

Von

Prof. Franz Wittmann in Budapest.

(Technisch-physikalisches Laboratorium der technischen Hochschule.)

Die elementare analytische und graphische Behandlung von Wechselstromaufgaben geht von der Voraussetzung aus, daß die zwischen zwei Punkten des Stromkreises wirkende Spannung eine harmonische Funktion der Zeit ist. Wenn wir noch annehmen, daß Ohmscher und induktiver Widerstand, ferner die Kapazität des Stromkreises konstant sind, so erhalten wir als Rechnungsergebnis, daß in einer kurzen, von den Konstanten des Stromkreises abhängigen Zeit nach Stromschluß auch die Stromstärke als harmonische Funktion der Zeit verläuft. Dies Rechnungsergebnis wird dann bei der graphischen Lösung von Wechselstromaufgaben durchwegs angewendet.

Zweck dieser Mitteilung ist, recht einfache Zusammenstellungen von Apparaten vorzuführen, mittels welcher bei den obenerwähnten beschränkenden Voraussetzungen die grundlegenden Wechselstromerscheinungen auch dem größten Auditorium sichtbar gemacht werden können.

Ich möchte an dieser Stelle auf die Analogien in der Demonstration von akustischen und Wechselstromerscheinungen mit Nachdruck hinweisen<sup>1)</sup>; dieselben bieten ein Lehrmittel von nicht zu unterschätzendem Werte, indem sie experimentell nachzuweisen gestatten, daß sich die elementare Behandlung der akustischen und der Wechselstromerscheinungen auf die Lehrsätze von den harmonisch veränderlichen Größen als auf gemeinsame Grundlagen stützt.

Den bei diesen Demonstrationen verwendeten Apparaten, welche unter Einwirkung des Wechselstroms sinoidale Stromkurven geben, möchte ich den Namen von Wechselstromanzeigern beilegen. In der Wirkungsweise sind dieselben dem in Herrn Prof. Pulujs' lehrreichen und gründlichen Arbeit<sup>2)</sup> mitgeteilten Apparat ähnlich; jedoch mit dem Unterschiede, daß während der Pulujsche Weicheisenapparat doppelt so viel ganze Schwingungen vollführt, als den Wechselstromwellen entspricht, die zu beschreibenden der Stromwellenzahl entsprechend schwingen.

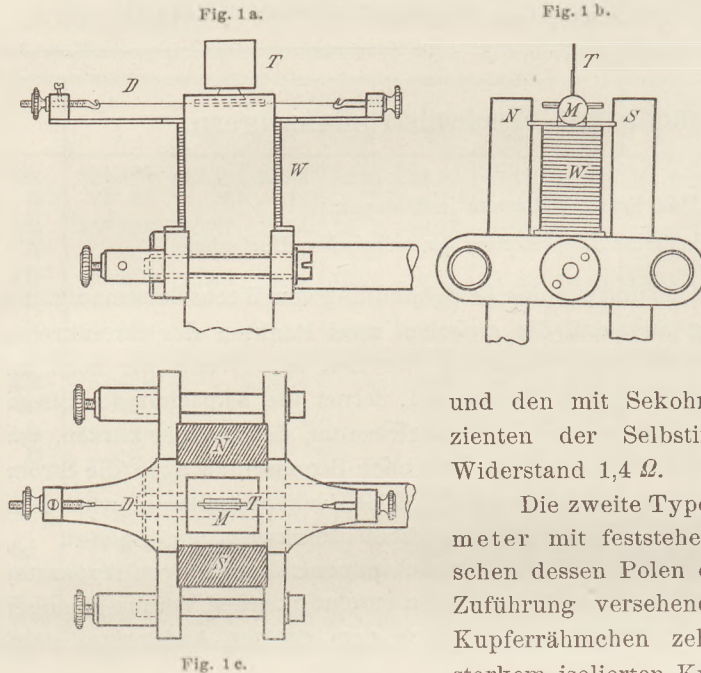
Die Apparate können in zweierlei Typen hergestellt werden.

Die erste Type ist dem Blondelschen Weicheisenoszillographen nachgebildet. Der Weicheisenapparat ist im Wesen ein Galvanometer mit feststehender Spule  $W$  und beweglichem Eisen  $M$  (Fig. 1a, 1b und 1c; vergl. auch Fig. 4); letzteres wird dadurch stark magnetisch polarisiert, daß es zwischen den Polen  $NS$  eines starken Hufeisenmagneten von einem auch als Schwingungsachse dienenden gespannten Neu-

<sup>1)</sup> Akustische Demonstrationsversuche von Franz Wittmann, diese Zeitschr. XVIII 65.

<sup>2)</sup> Über einen Meßapparat für Phasendifferenzen von Wechselströmen und einige mit demselben ausgeführte Messungen. Sitzungsberichte d. Kaiserl. Akademie d. Wissenschaften Wien, Bd. 102, Jahrg. 1893. Auch Elektrotechn. Zeitschr. Jahrg. 1893, S. 686.

silberdraht  $D$  festgehalten wird. Infolge dieser Anordnung wird das Weicheisen zu einem System von Magneten, deren magnetische Achsen in die Richtung der Kraftlinien des Hufeisenmagneten fallen. Die Windungen der feststehenden Spule aus isoliertem Kupferdraht von 0,5 mm sind dieser Richtung parallel. Das polarisierte Eisen



versehen wir mittels eines  $\perp$  Kartons mit einem Planspiegel  $T$ , welcher von den Polen hervorrägt. Der Apparat, welchen ich im Transformatorkreise des von der hiesigen Centrale gelieferten Wechselstroms von 41,3 Wellen pro Sek. verwende, hat die gemessene Eigenschwingungszahl 55,87 pro Sek.

und den mit Sekohmmeter gemessenen Koeffizienten der Selbstinduktion 0,000497 Henry, Widerstand 1,4  $\Omega$ .

Die zweite Type ist ein Solenoidgalvanometer mit feststehendem Hufeisenmagnet, zwischen dessen Polen die mit Neusilberdrähten als Zuführung versehene Spule auf einem leichten Kupferrahmchen zehn Windungen von 1 mm starkem isolierten Kupferdraht enthält. Um das

Magnetfeld gleichmäßiger zu machen, ragt in den Hohlraum der Spule ein Weicheisenröhrchen, welches an dem Halter des Magneten befestigt ist. Das auf den Spulenrahmen geklebte  $\perp$  Kartonstück hält den Planspiegel, welcher von den Polen hervorrägt. Koeffizient der Selbstinduktion 0,000069 Henry, Widerstand 0,36  $\Omega$ .

Wir stellen einen der beschriebenen Apparate so auf, daß die Achse des beweglichen Teiles horizontal ist; richten auf den Spiegel ein konvergentes Strahlenbündel, welches reflektiert auf einen, sich um die vertikale Achse drehenden Spiegel, endlich auf einen Schirm fällt. Dann erhalten wir auf dem Schirme eine Sinoidale von der Höhe bis zwei Meter; zugleich stellen wir die Null- (Zeit-) Linie dar, indem wir einen geringen Teil des einfallenden Lichtes auf ein hinter dem schwingenden Spiegel befindliches feststehendes Spiegelchen richten.

Es soll betont werden, daß die beschriebenen Wechselstromanzeiger, wenn im Konstruktionsprinzip dem Blondelschen Weicheisen- resp. dem Blondel-Duddellschen Schleifenoszillographen nachgebildet, in der Wirkungsweise von denselben wesentlich verschieden sind.

Der bewegliche Teil des Oszillographen hat im Verhältnis zur Dauer der Wechselstromschwingung von  $\frac{1}{40}$ — $\frac{1}{50}$  Sek. die sehr geringe Eigenschwingungsdauer  $\frac{1}{5000}$  Sek.; daher folgt derselbe den periodischen Stromänderungen. Die Eigenschwingungsdauer des Wechselstromanzeigers hingegen ist von derselben Größenordnung wie die Stromwellendauer, daher dieser Apparat, von dem wirklichen Verlauf der Stromkurve abweichend, einfache Schwingungen vollführt.

I. Darstellung einer Stromkurve. Mit einem Apparate erhalten wir die Stromkurve als Wellenlinie, wie dies die photographische Aufnahme (Fig. 2) zeigt.

Sowohl diese als sämtliche folgenden Kurven entstehen von links nach rechts, den wachsenden Maßzahlen der Zeit entsprechend.

Wenn wir der Spule eines Apparates, von den Klemmen des Transformators, und gleichzeitig von einem kleinen Wechselstromgenerator Wechselströme zuführen, deren Schwingungsdauer im Verhältnis 9:10 steht, erhalten wir als Resultate die für Schwebungen charakteristische Kurve (Fig. 3).

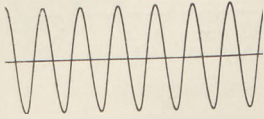


Fig. 2.

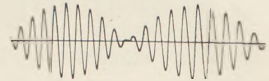


Fig. 3.

Um die Wechselstromkurve auf dem Schirme unbeweglich zu erhalten, betreiben wir von derselben

Wechselstromquelle einen mit Polygonalspiegel versehenen kleinen Synchronmotor, zu welchem Zwecke das phonische Rad verwendet werden kann<sup>1)</sup>. Um den in der Zusammenstellung etwas komplizierten Polygonalspiegel zu vermeiden, setzen wir mit dem Synchronmotor einen Planspiegel in alternierende Bewegung. Zu diesem Zwecke montieren wir auf die Achse des Motors mittels einer Hülse einen Exzenter von der Form einer Archimedischen Spirale, gegen welchen mit gelinder Federspannung ein von der Spiegelachse hervorragender Arm andrückt. Wenn sich der Motor dreht, wird der Arm, folglich auch der Spiegel, der Winkelverdrehung des Motors entsprechend gedreht, bis der Arm in die Grenzlage gerät; hierauf schnellt der Spiegel in die entgegengesetzte Grenzlage, um die gleichmäßige Drehbewegung zu wiederholen. Damit während der kurzen Zeit der Rückkehr des Spiegels kein störender Kurventeil sichtbar sei, kleben wir auf die Motorachse einen schwarzen Papierschirm, welcher während der erwähnten kurzen Zeit den einfallenden Lichtstrahl vom Spiegel abhält.

II. Darstellung von zwei Stromkurven. Zwei Apparate mit parallelen horizontalen Achsen werden so eingestellt, daß die Spiegelflächen möglichst nahe sich derjenigen Seite zuwenden, von welcher der Lichtstrahl einfällt (Fig. 4). Auch müssen die drei Bilder, welche die beiden Apparatspiegel und der hinter denselben befindliche feststehende Null- (Zeitlinien-) Spiegel von der kleinen runden beleuchteten Öffnung des Diaphragmas entwerfen, zur Deckung gebracht werden.

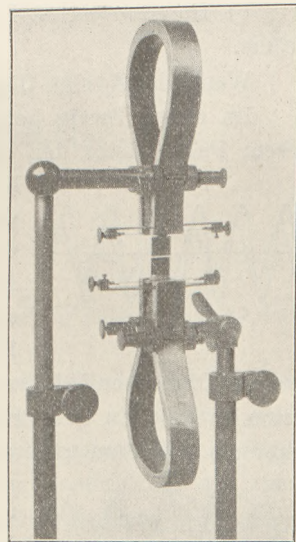


Fig. 4.

Derart eingestellte zwei Apparate können, wie folgt, verwendet werden:

a) Apparat I, in den unverzweigten Kreis geschaltet, dient zur Darstellung der Stromkurve; Apparat II mit hinzugeschaltetem Ohmschen Widerstande von 200—300  $\Omega$ , den Klemmen des Transformators angeschlossen, gibt die Klemmspannungskurve. Hierbei vernachlässigen wir jedoch den vom verhältnismäßig geringen Widerstand des Spannungsanzeigers verursachten Spannungsabfall. Da der Selbstinduktionskoeffizient der Apparate gering ist, können wir bei den in Rede stehenden Versuchen die geringe Verschiebung der Kurven außer acht lassen.

Mit dieser Anordnung demonstrieren wir beispielsweise folgende Fälle<sup>2)</sup>: Bei Ohmschem Widerstande sind Strom und Spannung phasengleich (Fig. 5).

<sup>1)</sup> Akustische Demonstrationen, diese Zeitschr. XVIII 65.

<sup>2)</sup> S. z. B. Experimentelle Elektrizitätslehre von Dr. Hermann Starke, Teubner 1904. S. 208—219.

Als lehrreiches Beispiel füge ich diesem Bilde die oszillographische Aufnahme (Fig. 6) und deren Richtigkeit bestätigende, mittels Braunscher Kathodenröhre nach der Zennekschen Methode<sup>1)</sup> erfolgte Aufnahme (Fig. 7) der Strom- und Spannungskurve hinzu, wobei noch zu bemerken ist, daß die Stromkurve an den kleineren Ordinaten zu erkennen ist.

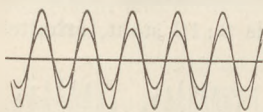


Fig. 5.

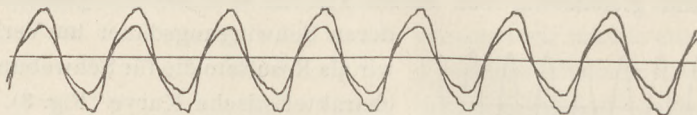


Fig. 6.

Die letzteren Bilder beweisen, daß beide Kurven periodische, jedoch von einfachen harmonischen wesentlich abweichende Kurven sind; die Wechselstromanzeiger hingegen haben, wie oben ersichtlich, sinoidale Kurven ergeben.

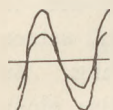


Fig. 7.

Bei induktivem Widerstande bleibt der Strom in Phase hinter der Spannung.

Induktiver Widerstand und Kapazität hintereinander geschaltet ergibt drei Fälle; der Strom eilt voraus, bleibt zurück, ist der Spannung phasengleich, je nachdem die retardierende Wirkung der Selbstinduktion oder die beschleunigende Wirkung der Kapazität überwiegt, oder sich beide Wirkungen kompensieren.

b) In verzweigten Leitungen verwendet, zeigt je ein Apparat den Verlauf der Ströme.

Wenn die Zweige Ohmschen Widerstand enthalten, sind die Ströme phasengleich.

Im ersten Zweig befindet sich induktiver, im zweiten Ohmscher Widerstand; in diesem Falle bleibt der erste Strom vom zweiten zurück (Fig. 8), wobei sich die

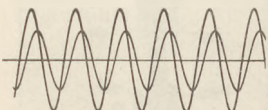


Fig. 8.

Kurve von geringeren Ordinaten für den ersten Zweig ergibt. In den ersten Zweig schalten wir einen Kondensator, in den

zweiten Ohmschen Widerstand; der Strom im ersten Zweige, an den größeren Ordinaten zu erkennen, eilt dem zweiten voraus (Fig. 9).

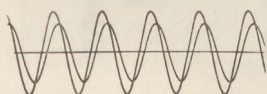


Fig. 9.

c) Die Phasenverschiebungen der Strom- bzw. Spannungskurven in der primären und sekundären

Bewickelung eines Versuchstransformators können nachgewiesen werden.

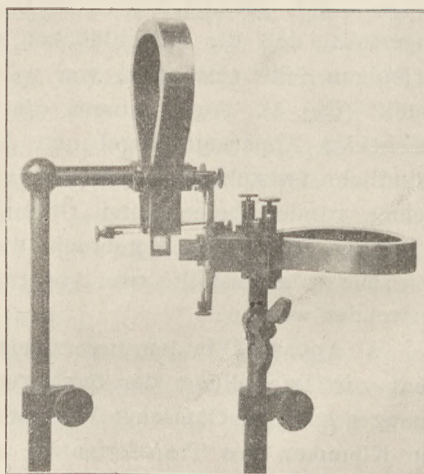


Fig. 10.

III. Darstellung der Resultante zweier Wechselströme gleicher Periode. Den Phasenunterschied der von veränderlichen Strömen verursachten einfachen Schwingungen hat zuerst Herr Prof. A. v. Ettingshausen nach der Lissajousschen Methode nachgewiesen<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Zennek, Wied. Ann., Bd. 69, S. 838, 1899.

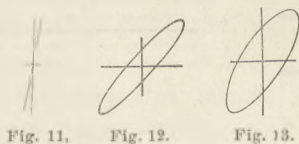
<sup>2)</sup> A. v. Ettingshausen, Poggendorffs Annalen, Bd. 159, S. 51, 1876.

Die Paare unserer beiden Apparatentypen können zu diesem Zwecke eingestellt werden. Der höher gestellte Apparat bleibt an seiner Stelle, der andere wird um die horizontale Achse des Kniestückes um  $90^\circ$ , dann um den vertikalen Halter als Achse um  $180^\circ$  gedreht (Fig. 10). Hierdurch wird die Schwingungsachse des zweiten Apparates vertikal, und die Spiegel kehren sich gegeneinander. Das auf den ersten Apparatenspiegel fallende Strahlenbündel wird nach dem zweiten Spiegel, endlich auf den Schirm geworfen, welchen wir an seiner früheren Stelle belassen.

Als Resultante der einfachen Schwingungen des Wechselstromanzeigers erhalten wir, wenn die harmonischen Komponenten phasengleich sind, eine Gerade (Fig. 11). Von zwei verzweigten Leitern enthält der erste induktiven, der zweite Ohmschen Widerstand; die Resultante ist eine Ellipse (Fig. 12). Die Ausmessung an derselben zeigt die Phasenverzögerung von  $40^\circ 55'$  für den ersten Strom.

Der erste Zweig enthält einen Kondensator, der zweite Ohmschen Widerstand; an der Resultante (Fig. 13) hat die Ausmessung für die Voreilung des ersten Stromes  $20^\circ 50'$  ergeben.

Zum Schlusse bemerke ich noch, daß ich sämtliche hier erwähnten Versuche meinen Hörern alljährlich vorführe; mit einem mehrkontaktigen Umschalter gehen wir rasch von Fall zu Fall, und das Umstellen des zweiten Apparates zur Darstellung der Resultante geht auch recht schnell vonstatten.



## Versuche mit dem Doppelthermoskop.

Vierte Folge<sup>1)</sup>.

Von

Prof. Dr. **Looser**, Essen.

Umänderung des Nebenapparates für strahlende Wärme und andere Versuche.

Der Apparat für strahlende Wärme, mit besonderen Nebenteilen für die Ausführung der betreffenden Versuche, hat seit Erscheinen der Abhandlung in dieser Zeitschrift (IX 6) und seit der zweiten Auflage des dem Doppelthermoskop beigelegten Buches<sup>2)</sup> mannigfache Abänderungen erfahren. Es wurde zunächst für die etwas langsam reagierenden halbkugelförmigen Rezeptoren eine energischere Bestrahlung angestrebt. Außerdem wurde der Rezeptor selbst verändert, indem statt der großen gebogenen Halbkugel die kleinere Form ausprobiert wurde. Diese kann, ohne an Stabilität zu verlieren, aus dünnerem Glase hergestellt werden. Wenn nun auch der Luftraum des Rezeptors dadurch an Volumen abgenommen hat, so wirkt doch in Verbindung mit den jetzt zur Verwendung gebrachten Reflektoren *P* (Fig. 1) die Bestrahlung so energisch, daß die Ausschläge prompter erfolgen und größer sind. Diese Abänderung hat sich durchaus bewährt. Didaktische Bedenken stehen nicht im Wege, denn einer der ersten Versuche wird jedenfalls die Zurückwerfung der Wärmestrahlen

<sup>1)</sup> Vergl. diese Zeitschrift VIII Heft 6, IX Heft 6, XI Heft 3, XV Heft 5.

<sup>2)</sup> Versuche aus der Wärmelehre und verwandten Gebieten mit Benutzung des Doppelthermoskops von Prof. Dr. Looser. 2. Auflage.

sein. Die Reflektoren sind ferner mit verschiebbaren Drahtgestellen *A* (Fig. 1) versehen. In diese lassen sich Platten sowie Glaströge bequem einschalten. Endlich ist die Quelle für dunkle Wärmestrahlen wesentlich verbessert worden. Neben einer einfacheren Anordnung werden die Ausschläge wesentlich größer als früher, und der höchste Stand der Säulen, von dem viele Doppelversuche ausgehen, wird rascher erreicht.

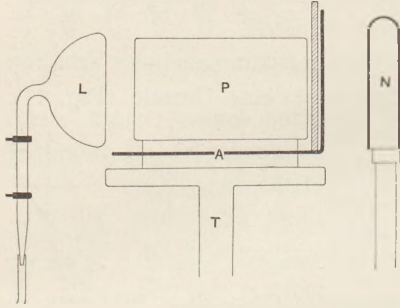


Fig. 1.

Von einer Bewegung der einzelnen Teile in Schlitten wurde Abstand genommen, da die Zentrierung nach dem Augenmaß vollständig genügt. Auch ist eine Messung der Abstände auf geteilter Schiene unnötig. Die angegebenen Abmessungen der Entfernungen können schätzungsweise genommen werden. Der einzige Versuch, der eine Messung erfordert, ist der Versuch 16 (diese Zeitschr. VIII 6), das Gesetz der Abnahme der Erwärmung mit dem Quadrat der Entfernung

betreffend (1 und 4 Kerzen), doch wird gerade dieses durch Ausmessen des größeren Abstandes mittels eines Papierstreifens und Halbierung durch Knickung besser als durch Abmessen mit einem Maßstabe veranschaulicht.

Die früher verwendeten horizontalen Brenner (siehe Fig. 1 IX 265 und Fig. 8 XI 116) sind durch eine einfache Vorrichtung *N* ersetzt, die sich auf einen Teclubrenner aufsetzen läßt. Man muß diese Art der Brenner verwenden, weil sie im unteren Kegel einen gasdichten Verschluss ermöglichen. Die meisten anderen Systeme von Brennern lassen wegen der größeren Reibung, die die Aufsätze verursachen (Rückstoß des Gases), die Flamme leicht zurückschlagen.

Der Aufsatz für leuchtende Flammen besteht in einem einfachen Glas- oder Metallrohre mit aufge kittetem Schnittbrenner. Das Rohr ist mittels durchbohrten Korkes der Mündung des Brenners angepaßt. Die dem Apparate beigegebenen Brenner sind direkt auf diesen durch Schliff angepaßt. Der Brenner für dunkle Flammen besteht aus einem Stücke Schwarzblech, das  $\eta$ -förmig gebogen wird<sup>1)</sup>. Eine Hälfte wird 1 cm länger genommen und erhält in gleicher Höhe mit der andern von beiden Seiten Einschnitte, nicht ganz bis zur Mitte. Diese biegt man um, so daß sie den oberen Rand des Brenners leicht federnd umspannen.

Es soll hier noch bemerkt werden, daß durch die einfacheren Brenner die Anschaffung des Apparates erleichtert worden ist. Dazu kommt noch hinzu, daß, während früher Leuchtgas unbedingt nötig war, jetzt auch andere Wärmequellen benutzt werden können. So hat Verfasser mehrere der feineren Versuche mit einer Petroleumlampe als leuchtender Wärmequelle angestellt. Die dunkle wurde so hergerichtet, daß der oben beschriebene Aufsatz *N* statt auf den Teclubrenner auf eine Spirituslampe gesetzt wurde. Als dunkle Wärmequelle ist diese sogar für alle Versuche sehr zweckmäßig. Der einzige Übelstand wäre wohl, daß sich beim Gebrauche von 2 Spiritusbrennern, da wo es sich um gleiche dunkle Wärmequellen handelt, die Regelung der Flammen nicht so bequem ist. Dies gleicht sich aber durch einen geringen Unterschied der Abstände so aus, daß es nicht ins Gewicht fällt.

<sup>1)</sup> Die neuen Brenner sowie der umgearbeitete Apparat sind durch die Firma E. Leybolds Nachfolger, Köln, zu beziehen. Dieselbe Firma liefert auch die übrigen in dieser Abhandlung beschriebenen Apparate sowie das Thermoskop selbst und dessen Zubehör.

Für die Versuche, bei denen die Reflektoren gebraucht werden, setzt man diese etwa in 2 bis 3 cm Abstand von der vertikalen Fläche der gebogenen Halbkugel des Thermoskops und ungefähr 5 cm vom andern Ende die Wärmequelle, z. B. die leuchtende. Die beigegefügtten Reflektoren sind aus Nickel mit Hochglanz. An der andern Seite ändert man dann den Abstand der andern Wärmequelle so lange, bis beide Flüssigkeitssäulen gleich hoch stehen. Die Kapseln werden jetzt so energisch bestrahlt, daß man durch Öffnen des Glashahnes häufig wohl zweimal auf 15 herabsetzen muß, ehe die Flüssigkeitssäulen zum Stillstand kommen. Dann aber kommt es tatsächlich kaum darauf an, daß beide absolut gleich hoch stehen. 1 cm Differenz macht nichts aus, da dies durch die endgültigen größeren Differenzen vollauf ausgeglichen wird. So erhielt Verfasser beispielsweise, um (diese Zeitschr. IX 269, Versuch 87) die Ungleichheit der Absorption dunkler und heller Wärmestrahlen durch Glas zu zeigen, eine Minute nach Erreichung des höchsten Standes beider Flüssigkeitssäulen und nach Einschiebung der 1 mm starken Glasplatten eine Differenz von 4 cm. Da die dunklen Strahlen stärker absorbiert werden, so konnte also auf Seite der dunklen Flamme die Flüssigkeitssäule unbedenklich 1 cm höher stehen; man würde dann doch noch einen Ausschlag von 3 cm nach einer Minute erhalten haben.

Durch Versuche kann man sich leicht überzeugen, daß auch der gleiche Abstand des quadr. Refl. zu beiden Seiten nicht ängstlich abgemessen und innegehalten zu werden braucht. Verf. verschob ihn zwischen Wärmequelle und Kapsel und erhielt im Abstand von 2,3 und 4 cm fast genau denselben Stand der Flüssigkeitssäulen.

Der Versuch über Reflexion (und Absorption) der Wärmestrahlen (diese Zeitschr. IX 269, Vers. 89) läßt sich jetzt weit einfacher zeigen. Man stellt die Säulen unter dem Einflusse zweier heller oder zweier dunkler Wärmequellen (ca. 15 cm Abstand) auf gleiche Höhe, setzt die Manometer auf 15 herunter und stellt nun auf eine Seite einen blanken, auf die andere einen 1 mm berußten Reflektor. In wenigen Minuten zeigt sich ein deutliches Ergebnis. Das etwas lästige Einschieben der berußten Kartoneinlage fällt weg, weil ein besonderer, innen berußter Reflektor beigegefügt ist, der seinen Rußüberzug behält.

Auch die Totalreflexion der Wärmestrahlen läßt sich jetzt in sehr überzeugender Form zur Anschauung bringen. Man bringt zunächst ohne Reflektor die eine Flüssigkeitssäule auf ihren höchsten Stand, indem man in einer Entfernung von 10—12 cm die dunkle Wärmequelle wirken läßt. Gleichzeitig bringt man auf der andern Seite die Säule durch eine dunkle Wärmequelle auf ihren höchsten Stand. Legt man jetzt den Steinsalzwürfel in den Weg der dunklen Strahlen auf die Seite, wo kein Reflektor ist, so steigt die Manometerflüssigkeit um mehrere Zentimeter. Führt man aber den Steinsalzwürfel statt dessen in den auf der andern Seite liegenden Reflektor, so wirkt er, da auf dieser Seite die etwa noch durch Totalreflexion der Kapsel zuzuwendenden Strahlen schon dahin abgelenkt sind, lediglich absorbierend, die Flüssigkeitssäule des Manometers sinkt. In diesem Falle wirkt der Würfel also lediglich absorbierend, im andern Falle überwiegt die Wirkung der durch Totalreflexion zur Bestrahlung kommenden Wärmestrahlen die absorbierten. Man kann sich die Sache auch so klarmachen. Im ersten Falle hat, nachdem die Flüssigkeitssäule ihren höchsten Stand hatte, der Würfel noch eine Menge Strahlen zum Reflektor gesandt, die ohne Totalreflexion vorbeigegangen wären. (Das Plus der Reflexion über die Absorption.) Im andern Falle hat der Reflektor

schon zur Erreichung des höchsten Standes der Säule mitgewirkt, der Würfel wirkt also nur noch absorbierend. Verf. ist hier etwas ausführlicher geworden, weil sich an diesen Versuch bei einer gelegentlichen Vorführung eine Erörterung anknüpfte.

134. Abhängigkeit der Absorption von Wärmestrahlen von der Beschaffenheit der Oberfläche. (Andere Anordnung des früheren Versuches mit Benutzung des Leslieschen Würfels.)

Gewöhnlich wird mittels des Leslieschen Würfels nur das Emissionsvermögen der verschiedenen Flächen veranschaulicht. Es läßt sich jedoch der leere Würfel auch sehr gut zur Absorption von Wärmestrahlen benutzen. Der Versuch findet sich in einigen französischen Lehrbüchern der Physik, in deutschen hat Verf. ihn noch nicht gefunden. Man hat nur nötig, den leeren Leslieschen Würfel mit einem Gummistopfen zu verschließen, der ein Glasröhrchen zum Anschluß des Thermoskopschlauches enthält. (Selbstverständlich kann man auch ein besonderes, zweimal gebogenes Alkoholmanometer einsetzen.) Man stellt ihn möglichst weit vom Thermoskop auf einen Dreifuß und bringt, mit der blanken Fläche beginnend, ihm in 10 bis 15 cm Entfernung eine gewöhnliche Bunsenflamme gegenüber. Bei starker Flamme probiere man für weiße Fläche die Entfernung so aus, daß die Skala des Thermoskops gerade ausreicht. In 15 cm Entfernung erhielt Verf. folgende Ausschläge: blanke Fläche 1—1,5 cm, matte 2,5 cm, weiße 11 cm, schwarze berußte 12 cm und mehr. Die Kontrolle der Zimmertemperatur kann durch eine große Halbkugel bewirkt werden. Um weit abrücken zu können, kann man beide Thermoskopschläuche durch Glasstück verbinden. Neuerdings wird von der oben genannten Firma ein besonderes Stück Schlauch mit Glasansatz zum Verlängern beigelegt. Beim Wechseln der Fläche faßt man den Würfel am Gummistopfen.

135. Um die einseitige absorbierende Wirkung einer Glaswand für dunkle Wärme bei Bestrahlung mit leuchtender Wärmequelle zu zeigen (Theorie der Mistbeefenster), kann man sich noch der folgenden einfachen Anordnung bedienen, zu der die Mittel in den vorhandenen Nebenapparaten bereits zur Verfügung stehen.

Aus den Apparaten Fig. 1a (diese Zeitschr. VIII 294) nimmt man die inneren Glaskapseln (Rezeptoren) *a* heraus. Die eine befestigt man, an den Indikator-schlauch angeschlossen, in ein Stativ; die andere mittels passenden Korkes in einen Erlenmeyerkolben oder eine kleine Kochflasche. Setzt man jetzt beide nebeneinander stehenden Kapseln den Strahlen einer leuchtenden Wärmequelle aus (Petroleumlampe, Gasflamme), so zeigt sich, daß die unbedeckte Kapsel sich anfangs stärker erwärmt, die Flüssigkeitssäule des Thermoskops eilt vor. Die andere wird zunächst durch die sie umgebende Glaswand gewissermaßen geschützt. Nach kurzer Zeit stellt sich aber ein Unterschied zugunsten dieser letzteren von 6—7 cm heraus. Die Wärmequelle steht ungefähr 12 cm von den Kapseln entfernt.

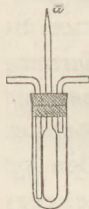


Fig. 1a.

Will man sich den Apparat dauernd zu diesem Versuche einrichten, so kann man sich die Indikatoren auch aus Reagierzylindern (kurzen), Gummistopfen in Glasrohr, herstellen.

136. Ausdehnung eines Stabes durch Wärme. Fig. 2. Der hier mitgeteilte Versuch soll keineswegs an Stelle der bekannten übersichtlichen Anordnungen treten, die die lineare Ausdehnung der Körper nachweisen. Ein vortrefflicher, hierhin gehöriger Versuch, elegant durch seine Einfachheit, ist z. B. der in dieser Zeitschrift IV 186 von K. Fuchs angegebene, der m. E. nicht hinreichend beachtet wurde. Er



beruht darauf, daß ein am Ende festgeklemmter Stab beim Ausdehnen eine Nähnadel zum Rollen bringt, an der als vertikaler Zeiger sich ein Strohalm befindet. — Um die Wirkungsweise des Holosterikbarometers zu zeigen, ließ Verf. eine Dose aus Weißblech mit gewelltem Messingdeckel *W* (Fig. 2) anfertigen. Diese enthält einen kleinen Ansatz *a*, um sie an irgend ein Flüssigkeitsmanometer, also z. B. an das Thermoskop, anzuschließen. Sind nun Dose und Thermoskop einmal da, so läßt sich damit sehr einfach die lineare Ausdehnung fester Körper nachweisen. Ein Stab (*P*) wird senkrecht über der Dose so eingeklemmt, daß er den Wellblechdeckel oben mit leisem Druck berührt. Dann stellt man durch Öffnen und Wiederschließen des Manometerhahns die Flüssigkeitssäule ein (auf 15). Bestreicht man jetzt den Stab mit einer Flamme, so verlängert er sich, drückt auf das Wellblech, und die Manometerflüssigkeit steigt. Verf. nahm zuerst ein Glasrohr, dann ersetzte er dieses durch ein Messingrohr oder irgend einen Metallstab. Die Wirkung ist sofort ersichtlich, und auch die Unterschiede (Glas, Messing) treten deutlich hervor. Bei Röhren würde auch leicht durch Anbringen seitlicher Ansatzstücke die Erwärmung durch Dampf zu bewirken sein; das andere Verfahren, da es sich ja nur um annähernde Versuche handelt, ist jedoch weit einfacher.

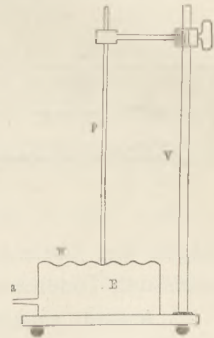


Fig. 2.

Da die Dose mit Wellblechdeckel für diesen einen Versuch herzustellen sich nicht lohnt, so seien hier noch 2 Versuche<sup>1)</sup> kurz angedeutet, über die a. a. O. ausführlicher berichtet werden soll.

Setzt man auf die an das Manometer angeschlossene Dose einen Gewichtsstein von 5 kg, so steigt die Säule, sinkt aber danach ziemlich rasch (Wärme durch Zusammendrücken und nachherige Abkühlung auf die Zimmertemperatur).

Nimmt man den Schlauch vom Manometer ab, läßt ihn aber an der Dose und bläst hinein, so kann man den schweren Gewichtsstein durch den Atemdruck allein schon heben. Um dies letztere leicht sichtbar zu machen, läßt man den Gewichtsstein gegen einen einarmigen Hebel als Zeiger drücken (altes Thermometerrohr, durch dessen Öse ein Nagel gesteckt ist, der in einen eingeklemmten Kork geht).

137. Die absolute Ausdehnung des Wassers zwischen 0 und 4°. Bekanntlich zeigt man in den gebräuchlichen Anordnungen nicht die absolute Ausdehnung der Flüssigkeiten, insbesondere die des Wassers, sondern den Überschuß der Ausdehnung der Flüssigkeit über die des Gefäßes. Während dies im allgemeinen ziemlich bedeutungslos ist, stört die Erweiterung des Glasgefäßes doch gerade dort sehr, wo mit der weiteren Erwärmung eine Zusammenziehung der Flüssigkeit stattfindet, also namentlich beim Wasser zwischen 0 und 4°. Um deutlich sichtbare Ausschläge zu erhalten, muß man überdies ziemlich große Gefäße wählen. Nun überwiegt zwar bei diesen mit steigenden Abmessungen immer mehr die kubische Ausdehnung der Flüssigkeit die des Glases, allein eine regelrechte Durchwärmung wird dabei um so schwieriger. Dadurch ist stetiges Bewegen der Apparate nötig. Dies ist auch dann selbst nicht zu umgehen, wenn man die Ausdehnung des Glases durch entsprechend berechnete Mengen Quecksilber, das durch seine stärkere Ausdehnung den Innenraum verkleinert, kompensiert (Methode von PLÜCKER; siehe WEINHOLO, Phys. Demonstrationen, III. Aufl. S. 425 ff).

<sup>1)</sup> Sie wurden sowie auch Vers. 137 in der Pfingstversammlung des Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts in Düsseldorf 1902 vorgeführt.

Verf. hat daher versucht, ein solches Kompensationsgefäß auf anderer Grundlage zu schaffen. Durch ein nicht zu dickwandiges, an den Enden verjüngtes Glasrohr *U* von ungefähr 5 cm Durchmesser geht ein Zinkrohr *E* hindurch (Fig. 3), das an den Enden durch ein kurzes übergeführtes Schlauchstück *n* gegen das Glas abgedichtet ist.

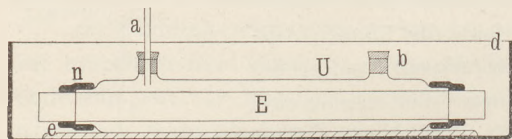


Fig. 3.

Der Durchmesser des Zinkrohres ist so gewählt, daß seine stärkere Ausdehnung die des Glases vollständig ausgleicht. Da aber die zu erwärmende Wasserschicht zwischen *E* und *U* verhältnismäßig dünn ist, so geht der Temperaturengleich ziemlich rasch und auch ohne Rütteln annähernd gleichmäßig vor sich. Strömungen von Bedeutung sind eben

wegen der horizontalen Lage ausgeschlossen, zumal die erwärmende Flüssigkeit ja auch den Innenraum *E* durchströmt.

Anstatt nun die Vorgänge beim Abkühlen beobachten zu lassen, ist es bequemer, sie beim Erwärmen zu verfolgen. Der Versuch besteht nun darin, daß man die Vorrichtung längere Zeit in Wasser legt, das Eis enthält, und das Glas möglichst nahe an Null Grad bringt. Am bequemsten im Winter, wenn die Temperatur draußen etwas unter Null ist. Man benutzt dazu einen besonders zu diesem Versuche angefertigten Blechkasten *d* (der jedoch noch bei anderen Gelegenheiten zu verwenden ist). Wenn nach tüchtigem Rühren das Wasser die Temperatur Null Grad angenommen hat, bringt man den Apparat ins Zimmer und läßt ihn, ohne die Öffnungen *a* und *b*, durch die er sich füllt, zu schließen, einige Zeit darin liegen. Wenn man annehmen kann, daß er die Temperatur Null hat, schließt man *b* durch einen Gummistopfen und setzt auf *a* (ebenfalls mittels Gummistopfens) ein verjüngtes Rohrstück an, das man

durch dünnen Gummischlauch mit einem Alkoholmanometer verbindet. Das Steigrohr dieses Manometers muß eine nicht allzu enge Kapillare sein (Fig. 4). Man kann auch dieses Manometer direkt auf *a* aufsetzen. Ein langer Schlauch empfiehlt sich, wenn man projizieren will, was aber ziemlich umständlich ist. Da nun die Flüssigkeit in der Kapillare auch nur in verhältnismäßig geringer Entfernung zu sehen ist, so zog es Verf. vor, 3 bis 4 der oben beschriebenen Rohre nach Art galvanischer Elemente durch kurze Gummischläuche nach nebenstehender Skizze Fig. 5 zu ver-



Fig. 4.



Fig. 5.

binden. Die Ausschläge werden dann so groß, daß man *a* mit dem Schlauche des Thermoskops verbinden und dort aus der Entfernung ablesen kann. Die kurzen Schlauchstücke werden auch hier erst dann angesetzt, wenn die unter Wasser liegenden Rohre sich gefüllt haben, was sehr leicht geht.

Um nun die Erwärmung zu bewirken, nimmt man die Eisstücke heraus, und verfährt je nach den vorhandenen Mitteln so, daß man Wasser von ungefähr  $10^0$  in die Blechwanne bringt. Verfasser hat eine zweite, etwas größere Wanne, in die die erste (der Raumersparnis wegen beim Aufbewahren) paßt und mit Wasser von  $10^0$  bereit steht. Dorthinein bringt man die 4 Rohre, die zu dem Zwecke noch mit Bindfaden oder Gummistücken über einem Grundbrette verschnürt sind. Es genügt aber auch, das Eiswasser durch Heber abzuleiten, wo ein Abfluß in der Nähe ist, und Wasser aus der Leitung zuzugießen oder die Rohre herauszuheben, auf ein Brett zu legen und sie an der Luft zu erwärmen. Nach der Einbringung von wärmerem Wasser stellt man dann die Säule des Thermoskops auf 15. Man sieht dann sofort

ein Sinken beim Erwärmen des Wassers, dann Stillstand bei  $4^{\circ}$ , dann Steigen der Säule bei weiterer Wärmezufuhr.

138. Die Abkühlung ist der dem Lösungsmittel zugeführten Salzmenge proportional. Will man zeigen, daß bis zum Sättigungspunkte die Abkühlung der zugeführten Salzmenge proportional ist, so kann man folgenden Doppelversuch anstellen: Beide Kapseln *a* füllt man mit 25 ccm Wasser. In eine führt man 5 g Chlorammonium ein (Rühren mit dem Holzstab), so ergibt sich durch die Abkühlung eine Erniedrigung der Flüssigkeitssäule um ungefähr 10 cm. Hat man nun gleichzeitig 5mal 1 g des Salzes abgewogen und füllt diese nacheinander ein, d. h. jedesmal nach vollständiger Auflösung und Konstanz der Fl.-Säule, so kann man ziemlich genau die jedesmalige Erniedrigung um den 5. Teil der andern (hier also um 5 cm) feststellen. Nach der 5. Menge kommt man auf den Standpunkt des andern Manometers.

139. Die Erhöhung des Siedepunktes ist innerhalb gewisser Grenzen der zugeführten Salzmenge proportional. Will man gleichzeitig dieses für die neueren Theorien wichtige Gesetz nachweisen, so wird der früher mitgeteilte Versuch etwas umständlicher, braucht jedoch nicht mehr Zeit, als wenn er mit dem Thermometer gemacht wird. Die Abmessung der Mengen ergibt sich aus der Größe des benutzten Gefäßes. Verf. brauchte ein Becherglas von 6 cm Durchmesser und 15 cm Höhe. Durch ein schmales Brettchen oder ein Stück dicker Pappe wird der Indikator gesteckt, der zu Versuch 134 (Fig. 1a) gebraucht wird. Man beschwert noch, um den Auftrieb zu hindern, mit einem passenden Gewichte. Schmal muß das Brettchen sein, damit man die Salzungen bequem in das Wasser einführen kann. Das Gefäß war ungefähr zu 3 Viertel gefüllt. Hat das Wasser eine Zeitlang bei offenem Hahne gekocht, so schließt man. Die Säule muß dann auf 15 stehen bleiben. Wurden jetzt 15 g Kochsalz (Tafelsalz) eingeführt, so erhöhte sich nach etwa 2 Minuten der Siedepunkt um ungefähr 1,2 cm; dasselbe trat ein, wenn nun noch eine zweite und dritte Menge eingeführt wurden. Man muß die Konstanz der Säule nach jeder Salzzufuhr abwarten.

140. Erhöhung des Siedepunkts bei zunehmendem Druck. Man kann hierzu die schon aus Vers. 116 (diese Zeitschr. XI 3) vorhandene Anordnung (Fig. 5a) benutzen. Die Kapsel *r* bleibt, die Öffnung *c* wird durch Glasstab verstopft, das Heberrohr *b* wird durch ein anderes ersetzt, dessen austretender Schenkel länger ist, jedoch nicht so lang, daß er der Flüssigkeit gegenüber selbständig als Heber wirken könnte. Man läßt nun das eingeführte Wasser, das die Kapsel gerade bedecken soll, unter gewöhnlichen Verhältnissen sieden. Bald wird dann die Flüssigkeitssäule zum Stehen kommen. Setzt man jetzt, während der Dampf aus dem Rohre *b* lebhaft ausströmt, ein mit Wasser gefülltes Standglas unter, so daß der austretende Dampf erst eine Wassersäule niederdrücken muß, so zeigt sich die Erhöhung des Siedepunktes sehr deutlich.

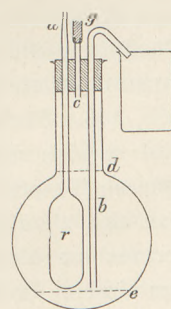


Fig. 5a.

141. Versuch, um die Wirkungsweise des Augustschen Psychrometers zu zeigen. Zwei Röhren, zweimal rechtwinklig gebogen, deren Enden an Kugeln von ungefähr 6—7 cm Durchmesser angeschmolzen sind, werden in der bekannten Art an die Gummischläuche des Thermoskops angeschlossen. Die eine Kugel ist nackt, die andere mit einem Stück alten Leinenzeuges umwickelt. (Figur 6 zeigt nur die umwickelte Kugel.) Zu dem Zwecke schneidet man in ein Stück Stoff

von passender Größe eine Öffnung von der Weite des Glasrohrs, steckt den Rohr- ansatz hindurch und zieht den Stoff straff über die Kugel. Unterhalb dieser bindet man ihn zusammen. Ein Stück von ungefähr 5 cm Länge soll überschießen, der Rest wird mit der Schere gleichmäßig abgeschnitten. Nachdem der Temperatur- ausgleich eingetreten, schließt man die Manometerhähne und setzt unter die mit Stoff überzogene Kugel ein passendes Becherglas, so daß der überschießende Leinenzipfel ungefähr 3 cm eintaucht. Man erhält Unterschiede in den Ausschlägen von 10 cm u. m.

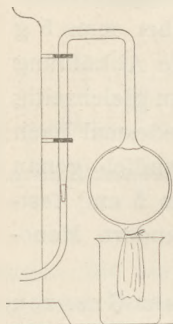


Fig. 6.

Wenn nach früheren Versuchen die Wirkung der Verdunstung von Flüssigkeiten augenfällig gezeigt wird, so dürfte es doch auch vielen angenehm sein, die eben besprochene Anordnung vorzuführen, um so mehr, als die Vorbereitung nur wenig Zeit beansprucht. Ist diese aber einmal getroffen, so kann die Wirkung der Verdunstung in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur und dem Feuchtigkeits- gehalt der umgebenden Luft durch lange andauernde gelegentliche Beobachtung innerhalb einer Stunde, eines Tages, einer Woche mühe- los beobachtet werden.

Auch kann man leicht am Anfang und am Ende einer Unter- richtsstunde die Zunahme der relativen Feuchtigkeit durch die Verkleinerung des Abstandes beider Flüssigkeitssäulen zeigen. Gleichzeitig führt sie anschaulich die Wirkungsweise des Augustschen Psychrometers vor Augen. Nebenher wird man noch auf die Kapillaritätsercheinungen aufmerksam machen. Das Aufsteigen der Flüssigkeit ist durch den geringen Unterschied in der Transparenz des benetzten und trockenen Teiles deutlich zu beobachten.

142. Die Dauer der vollständigen Sättigung eines Raumes mit Dampf hängt von seiner Größe ab. Man kann die frühere Anordnung (große Halbkugel, mit Alkohol befeuchtete Scheibe Filtrierpapier, aufgesetztes Becherglas) dazu benutzen, um die Zeitunterschiede vorzuführen, die ungleiche Räume bis zur Sättigung gebrauchen. Während bei dem früheren Versuche die Verdunstung nach Aufsetzen des kleinen Becherglases sehr rasch aufhört (Stillstand und Steigen der Flüssigkeits- säule), dauert sie weit länger an, wenn man ein größeres Becherglas überstülpt und nicht, wie im früheren Versuche angegeben, durch Alkoholdämpfe schon sättigt. Je nach Größe des Becherglases erhält man 2 bis 2,5 cm Unterschied im Stande der Flüssigkeitssäulen. Es zeigt sich also recht deutlich die Abhängigkeit der Ver- dunstungsdauer von dem gegebenen Volumen. (Mitteilung von Prof. HÜBLER-Krefeld.)

143. Sichtbarmachung osmotischer Prozesse bei Flüssigkeiten. So- bald es sich darum handelt, messende osmotische Versuche, wie sie z. B. bei der neueren Theorie der Lösungen der galvanischen Elemente u. a. m. nötig sind, wird man sich ziemlich langer Steigrohre und besonderer Apparate (Porzellanzellen, semi- permeabler Membranen u. dergl.) bedienen müssen. Beim ersten Vorführen der osmotischen Prozesse wird man die gewöhnlichen Schulapparate gebrauchen können, und gerade hier tut das Thermoskop bei den vergleichenden Versuchen, wie sie STEINBRINCK-Lipstadt (diese Zeitschr. XVIII 2) beschrieben hat, vortreffliche Dienste. Es können dort die angegebenen Versuche nachgesehen werden. Hier soll nur bemerkt werden, daß man sich zur Verdoppelung der Wirkung, was ja bei Vor- führung innerhalb einer Lehrstunde von Bedeutung ist, zweckmäßig einer von NIEMÖLLER angegebenen Form des Gefäßes bedienen kann, die die Figur 7 zeigt.

Ein zylindrisches Gefäß *D* ist an den Kanten *g* mit Wulst versehen und dort in der gewohnten Art mit tierischer Blase an beiden Seiten überzogen. In einem

Ansätze steckt in Gummistopfen ein Glasrohr, das mit der Spitze *a* an die Gummischläuche der Manometer befestigt wird. Damit beim Einsetzen der Stopfen die Flüssigkeit nicht allzu hoch in das Steigrohr eindringt, ist eine Kugel etwas unter mittlerer Höhe eingblasen. Es empfiehlt sich, durch Ausprobieren vorher zu ermitteln, wie tief man das Steigrohr in das Gefäß *D* eindrücken kann, damit die Flüssigkeit gerade an die Kugel reicht. Die tierische Blase enthält oft noch Fett, was die prompte Reaktion sehr verzögern, ja nach den Erfahrungen des Verfassers sogar ganz verhindern kann. Einlegen in Sodalösung und Auswaschen sowie Behandlung mit Benzin schaffen hier Abhilfe. Über die Füllung der Gefäße sei noch folgendes bemerkt. Da man zu dem Doppelversuche, wie ihn STEINBRINCK beschreibt, ohnehin zweier Gefäße benötigt, in die der eben beschriebene Apparat mit seinem untern Teile eintauchen kann, so füllt man das eine dieser Gläser zunächst mit Kupfervitriol, das andere mit Wasser, taucht dann die von Stopfen und Ansatzrohr befreiten Gefäße *D* einfach unter die Flüssigkeitsspiegel und setzt nun, sie mit einer Hand unter der Flüssigkeit festhaltend, die Stopfen mit langsam steigendem Druck ein, hebt sie aus der Flüssigkeit, drückt die Stopfen fester ein und setzt den Thermoskopschlauch an. Dann vertauscht man die Gläser (um nicht die Gummischläuche kreuzen zu müssen) und stellt zunächst bei offenen Manometerhähnen die Gefäße ein. Es steht also das Gefäß mit Wasser in Kupfervitriol und umgekehrt. Man schließt die Hähne, sobald die Schwankungen der Flüssigkeitsfäden beim Einsetzen aufgehört haben, und kann nun schon nach einigen Minuten beide Faktoren des osmotischen Prozesses zeigen, den Durchgang beider Flüssigkeiten. Auf der einen Seite sinkt, auf der andern steigt die Manometerflüssigkeit, und es zeigt sich auf der Seite, wo Kupfersalzlösung in Wasser steht, der größere Ausschlag. Bei der gewöhnlichen Anordnung, die Steinbrinck durch den Doppelversuch ersetzt hat, zeigt man bekanntlich nur das Plus des Wassereintritts über den gleichzeitigen Austritt der Kupferlösung. Da die gefärbte Manometerflüssigkeit hier den Indikator ersetzt, so lassen sich die Versuche auch mit Zuckerlösung deutlich zeigen. Noch instruktiver ist Ammoniakflüssigkeit. Bemerkung dazu siehe gleichfalls am angegebenen Orte. Den Versuch mit Ammoniakgas siehe in der oben angegebenen Abhandlung von Steinbrinck (XVIII 2).

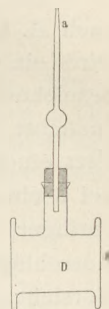


Fig. 7.

Es empfiehlt sich, um das Ammoniakgas an zu rascher Verflüchtigung zu hindern, über den Hals des dort beschriebenen, mit Blase oder Pergamentpapier verschlossenen Glockentrichters ein Stück Karton oder ein Brettchen zu schieben, das das Becherglas nach oben zu einigermaßen verschließt. Man muß dann vor dem Versuche diesen Verschuß so anbringen, daß beim Einsetzen des Trichters in das einige cm hoch mit Ammoniakflüssigkeit gefüllte Becherglas die Blase möglichst nahe der Flüssigkeitsoberfläche zu stehen kommt. Karton oder Brettchen ersetzen, wenn das Trichterrohr nicht zu lang genommen wird, dann einen besonderen Halter.

144. Nachweis der Porosität des Tones (nach LÜDTKE). Der bekannte Versuch, durch einen Backstein oder eine Tonscheibe nach einem Lichte zu blasen, um die Porosität nachzuweisen, läßt sich auf folgende Art zeigen. Auf den abgesprengten Boden einer Tonzelle, eine eigens zu dem Zwecke gegossene Gipsplatte, ein Stück Töpferton kittet man auf beide Seiten kleine Glastrichter. Der freie Teil der Scheibe wird durch Überziehen mit Lack für Luft undurchdringlich gemacht. Bläst man nun kräftig in den einen Trichter, während der andere mit dem Ther-

moskop durch den Schlauch (und verjüngtes Zwischenstück) verbunden ist, so erfolgt Ausschlag. Ebenso beim Saugen. Der mit dem Thermoskop verbundene Trichter darf natürlich nicht mit der Hand angefaßt werden. Druck- oder Saugapparate für Luft können passend hierzu verwertet werden.

145. Nachweis elektrischer Stromlinien in einem metallischen Leiter nach H. LÜDTKE<sup>1)</sup>. Auf einem Brette oder auch direkt auf dem Experimentiertische wird ein Stanniolblatt, 35 bis 40 cm im Geviert, befestigt. An den mit + und - bezeichneten Stellen stehen zwei ziemlich schwere Metallklötze (Fig. 8). Man stellt dann zunächst die zwei kleinen mattgeschliffenen Halbkugeln in 3 und 2. Schickt man jetzt einen kräftigen Strom von etwa 10 Ampere durch das Blatt, so beobachtet man bei 3 einen merklichen Ausschlag der Flüssigkeitssäule, in 2 einen geringeren, noch geringer, wenn die eine Halbkugel statt in 2 in 1 steht. 2 und 4 zeigen gleiche Ausschläge. Damit die Metallklötze sichere Stromzuführung bewirken, lege man zur Vorsicht noch einige Stanniolscheiben unter die Metallklötze. Geeignet sind 2 gleiche  $\frac{1}{2}$ -Kilogrammgewichte aus Messing oder mit Blei ausgegossene Weißblechdosen, wie sie vielfach für Muster etc. mit sehr glatten, gestanzten Böden angefertigt werden.

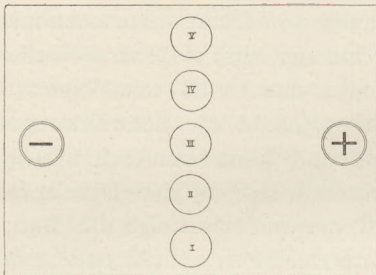


Fig. 8.

Kupferstäbe für Stromzuleitung können dann gleich mit eingegossen werden. Die Stromlinien können übrigens auch, wie der Verfasser bemerkt, mit einem kleinen Kompaß nachgewiesen werden (Schülerübung) oder dadurch, daß man zwei

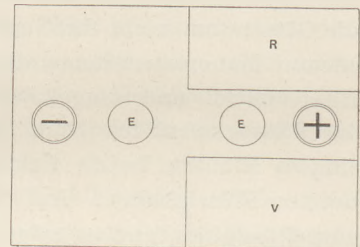


Fig. 9.

blanke Kupferdrähte an beliebige Stellen des Stanniolblattes legt und mit einem Galvanoskop verbindet, das nur geringen Widerstand besitzt.

146. Ausbreitung der Stromlinien. Der folgende Versuch ist besonders interessant, weil er wie bei fließendem Wasserstrom die Ausbreitung der Stromlinien beim Übergang in einen Leiter von größerem Querschnitte (breiterem Strombette) zeigt. Die beiden äußersten Kreise rechts und links bedeuten wieder die Stellen der Stromzufuhr. Die beiden Halbkugeln des Thermoskops *EE* (Fig. 9) werden zunächst beim Stromdurchgang gleichmäßig erwärmt.

Sobald man jedoch die beiden durch punktierte Linien angedeuteten Ecken *V* und *R* fortschneidet, zeigt die Halbkugel rechts eine stärkere Erwärmung an, da jetzt die Stromlinien in der rechten Hälfte des Blattes enger zusammenrücken.

Schneidet man dagegen diese Teile nicht weg, sondern legt ebenso große Blätter wie die vorhin weggeschnittenen an dieselbe Stelle und drückt sie durch beschwerte Glasplatten fest, so entsteht umgekehrt im rechten Teile um 2 eine größere Streuung der Stromlinien.

<sup>1)</sup> Beilage zum Programm 340 des Realgymnasiums zu Altona 1905.



Ich benütze die Wellentafel anstatt der Zeichnung; denn so schnell, genau und übersichtlich läßt sich die Welle auf der Schultafel nicht zeichnen als auf der Wellentafel einstellen. Um zu sehen, ob das Fortschreiten einer schwingenden Bewegung längs einer Punktreihe von den Schülern verstanden ist, und um die betreffenden Eigenschaften ihrem Gedächtnisse einzuprägen, rufe ich den einen und andern an die Wellentafel und gebe ihm z. B. die Frage: Wie ist der Schwingungszustand der Punktreihe bei transversaler Erregung (nach links) zur Zeit  $\frac{5}{8} T$ ?

## 2. Rotierende Linse anstatt Wheatstones Spiegel.

Zur objektiven Darstellung des analysierten Bildes einer oszillierenden Flamme benütze ich eine rotierende Linse.

Eine Sammellinse  $L$  (Fig. 2) ist exzentrisch in eine Kartonscheibe  $S$  eingesetzt, welcher sich mittels Kurbel  $K$  und Umsetzung eine entsprechende Umdrehungsgeschwindigkeit geben läßt. Nahe hinter der Scheibe ist ein größerer viereckiger eingerahmter Karton mit einem kreisförmigen Ausschnitt, etwas kleiner als die Scheibe. Er dient zum Abhalten fremden Lichtes vom Schirm, auf welchem das zu beobachtende Bild aufgefangen wird.

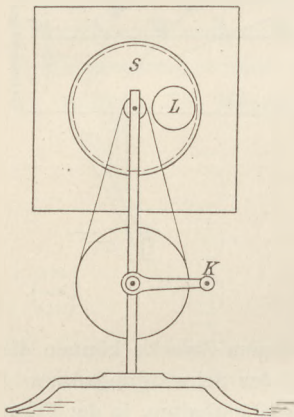


Fig. 2.

Als Schirm verwende ich eine matte Glasscheibe  $55 \times 55$  cm in Holzfassung auf zwei Füßen.

Man stellt das Gasflammenmanometer vor der drehbaren Scheibe so auf, daß ihre Achse durch die Mitte der Flamme geht. Um die Abbildung richtiger zu gestalten, hat die Linse eine solche Neigung gegen die Scheibe, daß sie auf der durch die Flamme und das Bild gegebenen Richtung senkrecht steht.

Wird gegen das Flammenmanometer ein Laut gerufen oder der Resonanzkasten einer tönenden Stimmgabel gehalten und die Linsenscheibe mit passender Geschwindigkeit in Rotation versetzt, so reihen sich die Bilder zu einem geschlossenen Kranz aneinander. Sie sind ruhig, weil kein Luftstrom, wie er durch einen rotierenden Spiegel erzeugt wird, die Flamme zum Flackern bringt.

Der Bilderkranz läßt sich photographieren, entweder von der Matscheibe aus, indem man darauf den photographischen Apparat einstellt, oder ohne Apparat, indem man an die Stelle des Schirmes die lichtempfindliche Platte bringt und für die Dauer einer Scheibenumdrehung exponiert.

## 3. Diagraph der Lissajousschen Kurven.

Trotzdem mehrere Apparate zur Darstellung der Lissajousschen Kurven bestehen, zögere ich nicht, noch einen zu beschreiben. Hierzu bestimmt mich einerseits die Wichtigkeit dieser Kurven, andererseits die Einfachheit und Präzision, mit welcher mein Apparat die Kurven auf einer beruhten Glasplatte oder auf Papier (mit Tinte) zeichnet.

Dem Wesen nach ist der Apparat der in dieser Zeitschrift (1904, S. 72) beschriebene Kreisbewegungs-Diagraph, der aber seither Verbesserungen erfahren hat, die auch dem in Rede stehenden Apparat zugute kommen. Die Schnur mit dem Gewicht und die Doppelrolle mit der Kurbel wurden ersetzt durch eine einfache Rolle an der Rückseite des Apparates, von welcher aus mittels Kurbel und leicht zu spannender Schnur ein Scheibenpaar angetrieben wird, das auf die Achsen der komponierenden Kreisbewegungen aufgesetzt ist und teilweise oder ganz gegen andere Scheiben ausgewechselt werden kann. Ferner sind die zwei Kreisscheiben, welche früher zwei Ecken des „Universalparallelogramms“ führten, bloß durch radiale Arme vertreten. Auf diesen befindet sich je eine verschiebbare Klaue zur Aufnahme einer Parallelogrammecke. Insoweit dient der Apparat zur Darstellung der Resultierenden zweier Kreisbewegungen.



Werden aber die Klauen mit Geradföhrungen versehen, so daß sie (einfache) lineare Schwingungen machen, und werden die betreffenden zwei Parallelogrammecken mit denselben verbunden, so dient der Apparat zur Darstellung der Lissajousschen Kurven.

Die Klauen lassen sich auf beliebige Amplituden einstellen, die Schwingungsperioden mittels der beigegebenen 10 Kreisscheiben, wovon 2 gleich sind, zu jedem Verhältnis 1:1, 1:2 ... 8:9 kombinieren und eine der Geradföhrungen auf jeden Winkel gegen die andere verdrehen. Somit können die Lissajousschen Kurven unter den verschiedensten Verhältnissen zur Darstellung gebracht werden.<sup>1)</sup>

## Demonstrationen über die Druckverhältnisse bei Gasströmen.

Von

Prof. J. Schacht in Berlin.

Man pflegt zur Erläuterung gewisser Erscheinungen des elektrischen Stromes analoge Erscheinungen des strömenden Wassers heranzuziehen. Besonders beim Nachweis des elektrischen Spannungsabfalles auf einem Leiterstücke zeigt man die analoge Erscheinung des Druckabfalles längs einer vom Wasser durchströmten Röhre. Auch Gasströme lassen sich hier als zweites Analogon verwenden. Zu diesem Zwecke benutzte ich seit vielen Jahren T-förmige Glasröhren, deren Querstücke mit den beiden Manometern eines Looserschen Thermoskopes verbunden wurden. Schaltet man nun zwischen drei Schläuchen zwei der T-förmigen Glasröhren ein und sendet einen Luftstrom durch die Leitung, so kennt man den Druck an drei Stellen (am Ende der Leitung haben wir den Druck der Atmosphäre) und kann die Abnahme des Druckes nachweisen. Die Druckdifferenzen erscheinen etwa gleich, wenn die entsprechenden Schlauchleitungen dieselbe Länge und denselben Querschnitt haben. Schiebt man zwei verstellbare Quetschhähne über die Schläuche und verengert erst den einen, dann den anderen Schlauch, so ergibt sich die größere Druckdifferenz da, wo der kleinere Querschnitt, also der größere Widerstand ist.

Besser und vollständiger lassen sich die bei Gasströmen auftretenden Druckdifferenzen mit den im folgenden benutzten Mitteln nachweisen. Ich verwende zunächst ein mit Teilung versehenes Gestell, an welchem vier Manometer angebracht sind (Fig. 1), so daß man drei oder bei Benutzung des Druckes am offenen Ende vier Druckdifferenzen messen kann, dazu ein paar Metallröhren, deren Wand an einzelnen Stellen eine feine Durchbohrung und ein Ansatzstück zum Aufschieben des Manometerschlauches erhalten hat. Der Luftstrom wird mit Preßluft oder komprimiertem Sauerstoff erzeugt. Bei Anwendung von Kohlen säure erhält man keinen so konstanten Strom, die Manometer machen Schwankungen. Die Stahlflasche muß mit einem Reduzier ventil versehen sein.

Wir schicken zuerst einen Luftstrom durch ein zylindrisches Rohr, das in gleichen Abständen von 50 cm vier Ansätze für die Manometer hat. Diese zeigen ein Druckgefälle in der Richtung des Stromes an. Vergrößern wir die Stromstärke, so wird auch das Gefälle ein stärkeres. Halten wir ein Holzstäbchen in geeigneter Weise vor die Manometer, so sehen wir, daß der Druckabfall ein gleichmäßiger ist. Jetzt ist der Druck am letzten Manometer

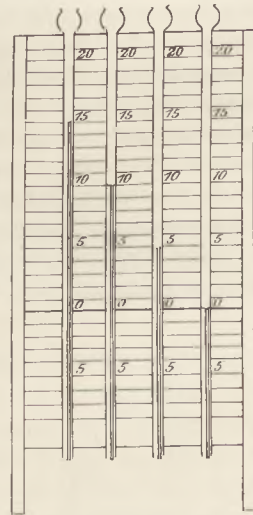


Fig. 1.

<sup>1)</sup> Die Apparate sind zu beziehen von P. Rippa in Fiume.

gleich der Atmosphäre. Schieben wir ein Schlauchstück mit einem Quetschhahn über das Ende der Röhre, so haben wir auch am letzten Manometer noch einen Überdruck, während sich der Druckabfall wieder gleichmäßig zeigt. Figur 2 stellt eine Reihe von Versuchen dieser Art graphisch dar. Entnimmt man aus einem großen Reservoir ein Gasvolumen  $V$  unter dem konstanten Drucke  $p$ , so stellt dies den Verbrauch einer mechanischen Arbeitsgröße  $V \cdot p$  dar. Strömt die komprimierte Luft durch eine

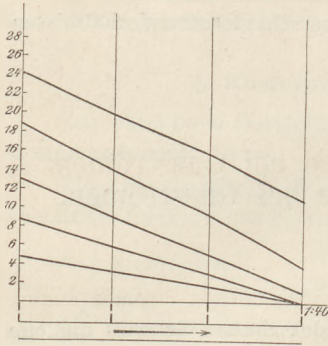


Fig. 2.

Leitung frei aus, so wird die potentielle Energie in die lebendige Kraft des strömenden Gases und in Reibungswärme umgewandelt. Da nun in langen zylindrischen Leitungen und bei verhältnismäßig geringen Druckdifferenzen die Geschwindigkeit sich kaum ändern wird, so ist der in dieser Röhre vorhandene Druckabfall hauptsächlich der Überwindung der Reibungswiderstände zuzuschreiben, die naturgemäß der Länge proportional sind.

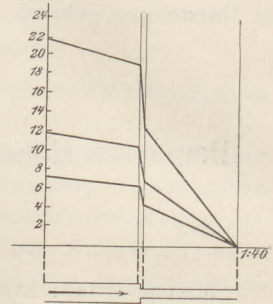


Fig. 3.

Treiben wir nun den Luftstrom durch ein anderes Rohr, das aus zwei Abschnitten mit verschiedenen Querschnitten besteht, deren Flächen sich wie 2:1 verhalten. Die Manometer können so angesetzt werden, daß die erste Druckdifferenz den Druckabfall auf dem weiten Rohre, die letzte den Druckabfall auf dem engen Rohre anzeigt, während die mittlere Differenz die Wirkung der Verengung auf den Druck angibt (Fig. 3). Die beim Öffnen des Hahnes auftretenden Druckdifferenzen vergrößern sich wieder sämtlich bei Vermehrung der Stromstärke. Die Druckverluste zwischen den beiden ersten und zwischen den beiden letzten Manometern sind wieder in der Hauptsache auf die Reibungswiderstände zu setzen, dagegen hat der Druckverlust zwischen den beiden mittleren Manometern seinen Grund in der beträchtlichen Erhöhung der kinetischen Energie, welche durch die Verkleinerung des Querschnittes bedingt ist. Da der Querschnitt auf die Hälfte zurückgeht, muß sich die Geschwindigkeit verdoppeln, die kinetische Energie vervierfachen. Diesem Arbeitsaufwande entspricht die große Druckdifferenz unmittelbar vor und nach der Verengung. Dies ist der Fall, den wir in der konisch sich verengernden Mündung eines jeden Blasebalges haben, der die potentielle Energie in die lebendige Kraft bewegter Luft umsetzen soll. In Figur 3 sind einige Druckdiagramme dieses Rohres dargestellt. Dieselben zeigen auch, daß die Reibungswiderstände mit Abnahme des Querschnittes zunehmen.

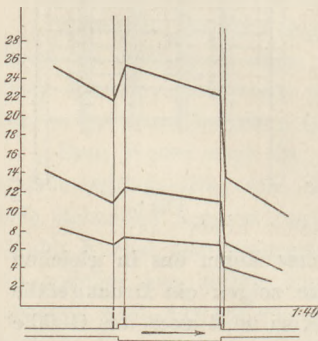


Fig. 4.

Während bei zylindrischer oder sich verengernder Leitung überall eine Druckabnahme stattfindet, kommen wir nun zu dem Fall, wo in der Stromrichtung eine Drucksteigerung auftritt. Zu dem Zwecke verbinden wir die beiden eben benutzten Rohre so miteinander, daß die Leitung aus einem engen, dann einem weiteren und schließlich wieder aus einem engeren Teile besteht. Die vier Manometer legen wir vor und hinter den Übergangsstellen an, während die drei übrigen Ansatzröhren durch kurze Gummischläuche und Quetschhähne verschlossen werden. Wenn wir nun den Hahn mäßig öffnen, so entsteht ein wegen der langen Leitung verhältnismäßig schwacher Luftstrom, der bei dem ersten Übergange eine Drucksteigerung, in dem weiten Rohre eine geringe, bei dem zweiten Übergange eine starke Druckverminderung zeigt

(Figur 4). Da sich die Strömungsgeschwindigkeiten umgekehrt wie die Querschnitte verhalten, so muß das Gas in dem weiten Rohre langsamer strömen, also seine kinetische

Energie vermindern. Dies ist aber nur möglich, wenn ein Gegendruck besteht, der nun in der Tat auftritt. Hier wird kinetische Energie in Energie der Lage verwandelt, etwa wie bei einer rollenden Kugel, die in einer auf- und absteigenden Bahn das Aufsteigen auf Kosten der beim Tiefersinken erlangten lebendigen Kraft besorgt.

Wir schicken nun den Luftstrom noch einmal durch das Rohr mit einem weiten und einem engen Teil, aber so, daß die Luft zuerst durch den engen Teil geht. Es ist jetzt wenig Widerstand in der Leitung, und die Luft nimmt eine sehr große Geschwindigkeit an. Der Druckabfall in dem engen Rohre ist daher ein sehr starker, und es sinkt der Druck am Ende desselben mehrere Zentimeter unter den äußeren Druck, so daß eine starke Ansaugung stattfindet, die bei den Strahlapparaten und dem Bunsenschen Brenner benutzt wird. In dem weiteren Teile des Rohres zeigt sich zuerst eine schnelle, dann eine langsame Druckzunahme (Figur 5).

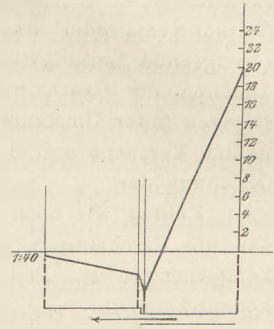


Fig. 5.

Bei den eben benutzten Röhren kann man die Manometer nur an einzelnen bestimmten Stellen anlegen. Um die Druckveränderungen in einer Leitung mit verschiedenen Querschnitten vollständig zu übersehen, müßte man gewissermaßen das Manometer längs der Leitung verschieben können. Ich habe nun eine Anordnung getroffen, die dem gleichwertig ist. In das erste Rohr mit konstantem Querschnitt bringe ich einen Metallzylinder, der mit Hilfe einer an demselben sitzenden dünnen Stahlstange in dem Rohre hin- und hergeschoben werden kann. Ein außen über dem Rohre befindlicher Holzschieber, welcher sich mit dem Zylinder verschiebt, zeigt die jedesmalige Lage des Zylinders an (Fig. 6). Diese Einlage verursacht eine starke Verminderung des Querschnittes, und ein durch das Rohr gehender Luftstrom passiert hier ein dünneres Rohr von 10 cm Länge, um dann wieder in den weiteren Teil überzutreten. Diese Anordnung gestattet zwar nicht, das Manometer längs der Leitung,

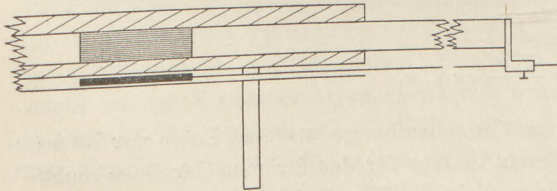


Fig. 6.

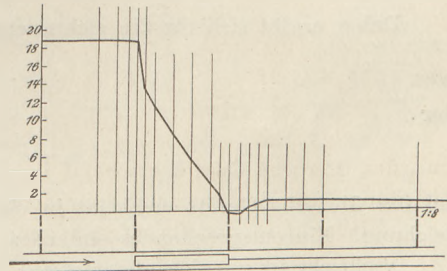


Fig. 7.

wohl aber den ausgezeichneten Teil der Leitung an einem der Manometer vorüberzuführen, so daß der Druck an jedem Punkte des Stromes festgestellt werden kann. Ich stelle den Schieber zunächst so ein, daß das dritte Manometer sich vor der Einschnürung befindet, und öffne den Hahn, bis das erste Manometer etwa 20 cm Überdruck anzeigt. Ein geringes Gefälle besteht in dem Teil des Rohres vor der Verengung. Nun schiebe ich den Zylinder langsam zurück (Fig. 7). Sobald er das dritte Manometer erreicht, ergibt sich ein plötzlicher starker Druckabfall, der auf die Erhöhung der Geschwindigkeit zu rechnen ist. Die in dem engen Teil vermehrten Widerstände verursachen eine weitere ziemlich starke Abnahme des Druckes, wenn ich den Zylinder noch weiter verschiebe. Wenn das Manometer am Ende der Einschnürung angelangt ist, sind wir bereits unter dem Atmosphärendruck. Das Manometer erhält ein wenig hinter der Einschnürung seinen tiefsten Stand. Darauf nimmt der Druck eine Strecke hindurch zu, um dann ganz langsam zum Atmosphärendruck abzufallen. Figur 7 stellt eine auf diese Weise erhaltene Druckkurve dar.

Lorenz kommt in seinem Lehrbuche der technischen Physik für die stationäre arbeitslose Strömung eines vollkommenen Gases zu der Gleichung

$$v dp + d\left(\frac{1}{2g} u^2\right) + dW = 0.$$

Dieselbe enthält drei Glieder. Das erste ist der Druckänderung proportional, das zweite ist die Änderung der lebendigen Kraft, das dritte bedeutet die auf einem Wegelement zu leistende, in Wärme umgesetzte Widerstandsarbeit. Da  $dW$  stets positiv ist, so folgt, daß für konstante oder wachsende Strömungsgeschwindigkeit, also für zylindrische und sich verengernde Leitungsstücke unter allen Umständen ein Druckabfall stattfinden muß. Bei Abnahme der Geschwindigkeit, die durch Erweiterungen der Leitung möglich ist, kann dagegen unter Umständen  $dp$  positiv, also eine Druckzunahme vorhanden sein. Die angestellten Versuche und Betrachtungen stellen daher gewissermaßen eine Interpretation dieser Gleichung dar.

Kehren wir noch einmal zur elektrischen Strömung zurück. Die Betrachtung lehrt, daß die Erscheinung, die zur Erläuterung herangezogen werden sollte, die bei weitem kompliziertere ist. Elektrizität besitzt keine Masse, und bei einem Gleichstrom wenigstens kommt keine der Trägheit analoge Erscheinung in Betracht. Die Gleichung für die elektrische arbeitslose Strömung, bei welcher die elektrische Energie ganz in Wärme umgewandelt wird, heißt

$$i de + dW = 0.$$

Aus ihr folgt, daß die Spannung in der Richtung des Stromes unter allen Umständen abnimmt. Auch die Ausdrücke für  $dW$  zeigen die größere Einfachheit der elektrischen Strömung. Lorenz setzt

$$dW = \frac{1}{g} \zeta u^2 dx,$$

wo  $\zeta$  einen vom Querschnitt und von der Oberflächenbeschaffenheit des Rohrrinnern abhängigen unbekanntem Faktor bedeutet, für die elektrische Strömung ist

$$dW = k \cdot \frac{i^2 dx}{g}.$$

Daher ergibt sich für die elektrische Strömung

$$de + \frac{k}{g} i dx = 0$$

oder

$$e_0 - e = \frac{k i x}{g} = i \cdot w,$$

und das Ohmsche Gesetz erscheint in diesem Zusammenhange als eine Folge der Energiegleichung. Ein entsprechendes einfaches Gesetz besteht für das Strömen der Gase nicht.

Vielleicht ist das Voraufgegangene geeignet, in das Verständnis für die Erscheinungen der Gasströme einzuführen, welche durch die Entwicklung der Dampfturbinen eine erhöhte Bedeutung gewinnen.

Der benutzte Apparat wird von der Firma Leppin & Masche, Berlin SO, Engelufer 17, angefertigt.

## Die Regulierfähigkeit einer Nebenschluss-Gleichstrommaschine in bezug auf Spannung bei konstanter Tourenzahl.

Von

Prof. F. Seeber in Bregenz (Vorarlberg).

Eine Gleichstromquelle, die Experimentierzwecken dienen soll, muß es gestatten, daß man ihr Ströme von gegebener Spannung oder gegebener Stromstärke in einfachster Weise entnehmen kann. Es wird ein Spannungsbereich bis ungefähr 100 Volt und ein Stromstärkebereich bis 50 Amp. wohl in den meisten Fällen ausreichen.

Als solche Stromquelle wird man eine Nebenschlußgleichstrommaschine wählen, wenn dieselbe die weitgehendste und möglichst gleichmäßige Regulierfähigkeit in bezug auf Spannung zuläßt.

Dieselbe wird nun entweder durch Änderung der Tourenzahl des Generators oder bei konstanter Tourenzahl mit Hilfe eines Nebenschlußregulators also durch Änderung des Erregerstromes erreicht werden.

Ist die Tourenzahl gegeben, so ist die oben aufgestellte Forderung, mit Hilfe des Nebenschlußwiderstandes allein gegebene Spannungen oder gegebene Stromstärken dem Netze entnehmen zu können, insofern nicht erfüllt als gerade der bei Versuchen sehr häufig benützte Spannungsbereich von 0 bis 10 Volt nicht zur Verfügung steht, da die Regulierfähigkeit (soweit mir solche Stromquellen bekannt sind) gewöhnlich erst bei 10 Volt, ja sogar erst bei 20 und mehr Volt beginnt, so daß man also dem Netze kleinere Spannungen überhaupt nicht entnehmen kann, also zu Vorschaltwiderständen greifen muß.

Bei Einrichtung der elektrischen Starkstromanlage am Kommunalobergymnasium in Bregenz-Vorarlberg (Sommer 1904) hatte ich nun Gelegenheit die Forderung auf weitgehendste Regulierfähigkeit der zur Aufstellung bestimmten Drehstrom-Gleichstromumformergruppe in bezug auf Spannung in der Gleichstromseite mit Hilfe des Nebenschlußwiderstandes allein besonders zu betonen, und zwar wurde ein Spannungsbereich von 0 bis 110 Volt gefordert.

Wie ich mich nun in fast zwei Jahren, seitdem die Anlage in Benützung steht, überzeugen konnte, ist die gestellte Forderung an derselben in vollkommenster Weise erfüllt.

Die Umformergruppe wurde von der Maschinenfabrik Oerlikon bei Zürich aufgestellt und besteht aus einem Drehstrommotor für 150 Volt, 50 Perioden, 1430 Touren p. Min., mittels elastischer Kuppelung direkt gekuppelt mit einer Gleichstromdynamo mit Nebenschlußwicklung 2,6 KW leistend, bei 60 Volt, 43 Amp. Beide Maschinen je mit automatischer Ringschmierung und auf gemeinsamer Grundplatte montiert.

In Fig. 1 ist die Netzspannung als Funktion der Erregung dargestellt; die durch allmähliches Verringern des Nebenschlußwiderstandes sich ergebende Stromstärke in der Erregerwicklung konnte in hundertstel Ampere an einem Hitzdraht-ampereometer von Hartmann und Braun, Frankfurt a. M. abgelesen werden, und wurden die so erhaltenen Werte als Abszissen aufgetragen, die dazugehörigen Spannungen an den Klemmen als Ordinaten. Die Kurve I zeigt den Verlauf der Spannung, wenn der Widerstand  $R$  (Figur 3)  $= \infty$  war, also  $I = 0$  Amp.; Kurve II bei  $I = 15$  Amp.; Kurve III bei 25 Amp.; Kurve IV bei  $I = 50$  Amp.

Wie die Kurven erkennen lassen, ist der Verlauf der Spannung in der Tat ein regelmäßiger, schon bei ganz niederen Spannungen beginnender.

So lassen sich also folgende Versuche mit alleiniger Verwendung des Nebenschlußwiderstandes in einfacher Weise durchführen.

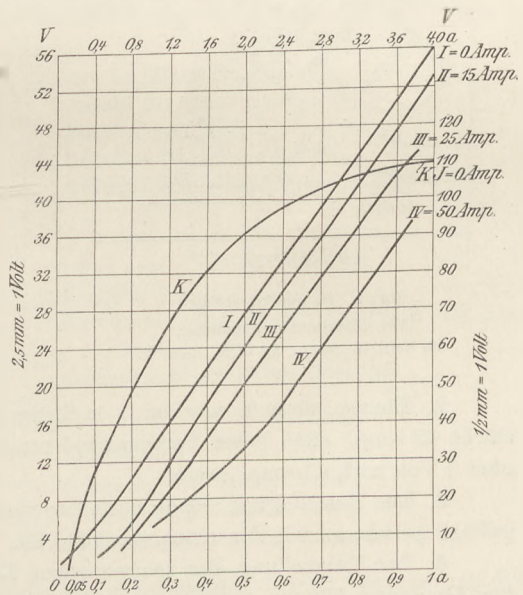


Fig. 1. ( $\frac{1}{2}$  natürl. Größe.)

Die oberen und rechtsstehenden Werte gelten für K.

$\frac{1}{2}$  mm = 0.01 Amp.

$a$  = Stromstärke in der Erregerwicklung.

Die unteren und linksstehenden Werte gelten für I, II, III, IV.

$\frac{1}{2}$  mm = 0.01 Amp.

Die Kurven I, II, III, IV zeigen den Verlauf der Spannung als Funktion der Erregung bei  $J = 0, 15, 25, 50$  Amp.

1. Es soll die Ablenkung der Magnetnadel durch den elektrischen Strom an Oersted's Apparate gezeigt werden und insbesondere, daß die Ablenkung nicht von hoher Spannung, sondern von der Größe der Stromstärke abhängt. Der Apparat ist mit dem Schuhrheostaten von Hartmann und Braun in Reihe geschaltet, und man erhält bei Kurzschluß des letzteren 2 Volt Spannung und mit Hilfe des Nebenschlußwiderstandes Stromstärken von 2 Amp. bis 30 Amp.: entsprechendes Wachsen der Ablenkung und der Schwingungszahl. Wird der Widerstand (1110 Ohm) nunmehr eingeschaltet, so ergeben sich mit Hilfe des Regulators 2 Volt bis 110 Volt, während die Stromstärke nur bis 0,1 Ampere anwächst; nun wird die Nadel kaum sichtbar abgelenkt. Der ganze Versuch wird leicht in einer Minute vorgeführt. — „Dieser Versuch wird einwandfrei dahin abgeändert, daß an Stelle des Vorschaltwiderstandes ein zweiter Oersted-Apparat mit großem Eigenwiderstand benutzt wird, so daß die hohe Spannung tatsächlich an den Klemmen des Apparates auftritt und nicht, wie im obigen Versuch, der Spannungsabfall im Vorschaltwiderstand liegt. Näheres soll darüber später berichtet werden.“

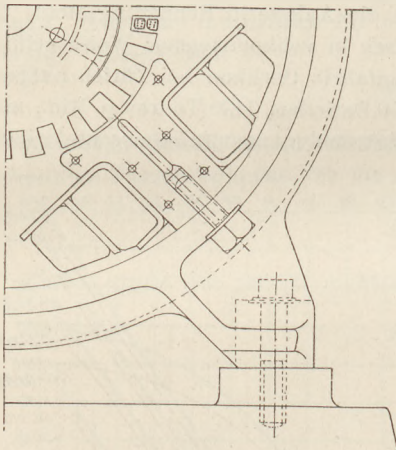


Fig. 2. ( $\frac{1}{4}$  natürl. Größe.)  
Die Gleichstrommaschine.  
60 Volt, 43 Amp., 2,6 KW, 1430 T.

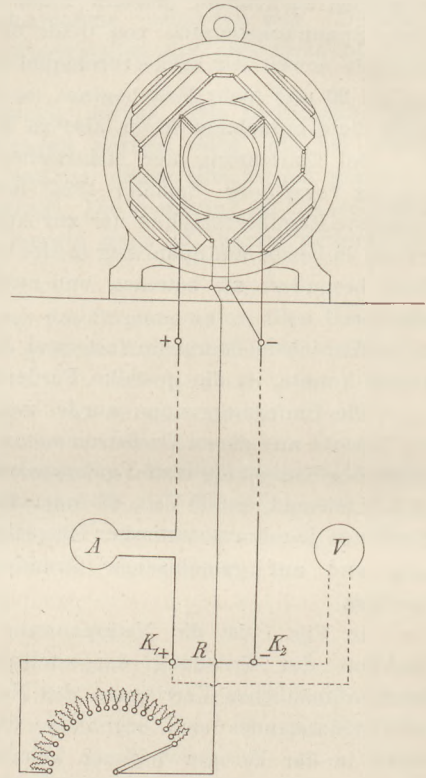


Fig. 3.  
Die Stromquelle mit den nötigen Apparaten.

2. Ebenso einfach werden 2 in Reihe geschaltete Akkumulatoren (max. Ladestromstärke 42 Amp.) ohne jeden Vorschaltwiderstand in kürzester Zeit unter 6 Volt und 36 Amp. oder 7 Volt und 42 Amp. gesetzt.

3. Die Beschickung eines Glühlämpchens von 2 Volt Spannung mit Maschinenstrom gelingt gerade so wie die einer von 110 Volt.

4. Zur Darstellung der magnetischen Kraftlinien eines Stromes kann man bei 5 Volt dem Generator 50 Amp. entnehmen, wobei sich der blanke Kupferdraht, in Eisenfeilspäne gelegt, mit einem Eisenmantel umhüllt mit ca. 1 cm Durchmesser.

5. Eine mit dem Arbeitsstrom parallel geschaltete Gleichstromprojektionslaterne (15 Amp.) mit festliegendem Vorschaltwiderstande von  $1 \Omega$  kann mit Strom von 7 Amp. bis 20 Amp. gespeist werden u. s. f.

Ich will nun zur Darlegung jener Umstände schreiten, welche mir für die Regulierfähigkeit der Spannung mit Hilfe des Nebenschlußregulierwiderstandes maßgebend erscheinen.

### I. Der Nebenschlußregulierwiderstand.

Derselbe hat 39 Stufen mit zusammen 86 Ohm Widerstand; er ist nach folgender Tabelle abgestuft:

Zahl der Spiralen	Meter pro Spirale	Durchmesser in mm	Widerstand in Ohm	
			total	pro Abtl.
5	3,0	0,60	25	5,00
4	3,0	0,75	12	3,00
5	3,0	0,90	11	2,20
6	3,0	1,00	10	1,67
9	3,0	1,00	16	1,78
10	3,0	1,25	12	1,20
39			86	

Die Spiralen können mit Griffrad und kontinuierlichem Kontakt ausgeschaltet werden. Der große Widerstand bedingt einen schwachen Erregerstrom  $\sim 0,01$  Amp., so daß die Klemmenspannung bei ganz eingeschaltetem Regulator fast ausschließlich vom remanenten Magnetismus herrührt, die große Zahl der Stufen läßt nur ein ganz allmähliches Anwachsen des Erregerstromes zu (bis zirka 4 A), so daß eine weitgehende Regulierfähigkeit in bezug auf Spannung von dieser Seite gesichert erscheint.

### II. Die Maschine.

Tabelle 2 zeigt die Hauptdaten der in Frage stehenden Maschine.

#### Hauptdaten der Maschine<sup>1)</sup>.

#### 1. Armatur.

Durchmesser: 160 mm  
Länge: 114 mm  
Nutenzahl: 25  
Nutenweite: 8,2 mm  
Nutentiefe: 21,0 mm  
Luftspalt: 1,5 mm

#### 2. Wicklung.

Reihenschaltung  $a = 1$  ( $y_1 = y_2 = 37$ )<sup>2)</sup>  
Drahtzahl  $N = 600$   
Drähte in einer Nut: 24  
Drahtdurchmesser: 1,8/2,1 mm

#### 3. Kollektor.

Durchmesser: 120 mm  
Breite: 55 mm  
Lamellenzahl: 75  
Lamellenbreite: 5 mm

#### 4. Bürsten.

Art der Bürsten: Kohlen  
Anzahl der Bürstenstifte: 2  
Bürsten pro Stift: 2  
Bedeckte Lamellen: 2,4  
Auflagefläche einer Bürste: Länge: 25 mm  
Breite: 12 "

#### 5. Magnete.

Polzahl: 4  
Kernquerschnitt: 36 cm<sup>2</sup> (lamelliert mit 1 mm Blech)  
Jochquerschnitt: 20 cm<sup>2</sup> Stahlguß

#### 6. Wicklung.

Nebenschluß  
Schaltung der Spulen: Serie  
Windungen pro Spule: 950  
Drahtdimensionen: 1,3/1,6 mm.

Was die zweckentsprechende Dimensionierung der Maschine betrifft, so kann als Vorbild allenfalls eine solche für metallurgische Zwecke<sup>3)</sup> insofern dienen, als es sich auch hier darum handelt, bei geringer Spannung auch große Stromstärken zu erhalten. Wenn nun selbstredend die an der in Frage stehenden Maschine abgenommenen Strommengen in keinem Verhältnis stehen zu den bei Maschinen zu metallurgischen Zwecken — für derartige Zwecke werden Maschinen gebaut, die bei 4 bis 6 Volt Klemmenspannung bis zu 7500 Amp.

<sup>1)</sup> Siehe auch Arnold, Die Gleichstrommaschine, II. Band, Seite 184, Berlin, Julius Springer, 1903.

<sup>2)</sup>  $a$  = halbe Anzahl der Ankerstromzweige;  $y_1, y_2$  Teilschritte gemessen in Drahtentfernungen.

<sup>3)</sup> Siehe Arnold, II. Band, Seite 587.

liefern — so glaube ich doch an solche Maschinen erinnern zu dürfen, was die Konstruktion und Dimensionierung des Kollektors, der Bürstenhalter und Magnetpole anbelangt.

Wird der Fall herangezogen, daß die Klemmenspannung 5 Volt bei 50 Amp. Stromstärke beträgt (Fig. 1), so ist der Erregerstrom 0,26 Amp., wobei der Nebenschlußregulierwiderstand kurzgeschlossen ist. Hier zeigt sich der Einfluß der Dimensionierung und Konstruktion einzelner Teile der Maschine am deutlichsten.

Wie der Tabelle 2 zu entnehmen ist, ist der Kollektor im Verhältnis zur Beanspruchung der Maschine reichlich dimensioniert, ebenso auch der Bürstenhalter; die große Auflagefläche der Bürsten von 6 cm<sup>2</sup> pro Pol genügt für Stromstärken von 50—90 Amp., wenn man als maximale Stromdichte bei Kohlenbürsten 9—15 Amp. pro cm<sup>2</sup> annimmt<sup>1)</sup>. Die Kohlen werden durch eine Spiralfeder auf den Kollektor gedrückt, welche eingestellt werden kann.

Die lamellierten Magnetpole lassen einen geringen Luftraum ( $d = 1,5$  mm) und haben weite Nuten, so daß viele Drähte in eine Nut gelegt werden können, wodurch einerseits die Wirbelströme vermieden werden, andererseits die scheinbare Selbstinduktion in den Spulen vermindert wird. Daß die Maschine bei allen Spannungen und Stromstärken vollkommen funkenfrei arbeitet, ohne daß man die Bürsten verstellen muß, wird vorzüglich dadurch erreicht, daß die Blechpole (siehe Fig. 2) in der Mitte mit radialen Schlitzern versehen sind, wodurch der Kraftfluß mehr nach den Polspitzen gedrängt wird und so die Quermagnetisierung verkleinert. Endlich muß noch hervorgehoben werden, daß alle Verbindungen und Anschlüsse sorgfältig ausgeführt sind.

Soll also eine Starkstromanlage, die für Unterrichtszwecke bestimmt ist, die eingangs aufgestellte Forderung erfüllen, so muß die Maschine oben genannte Eigenschaften haben und ein entsprechend fein abgestufter Nebenschlußregulierwiderstand verwendet werden.

Die zu einer solchen Anlage nötigen Apparate reduzieren sich somit, wie in Fig. 3 dargestellt, auf die Umformergruppe (im weiteren Sinne, da die Antriebmaschine auch ein anderer als elektrischer Motor sein kann), den Nebenschlußregulierwiderstand, einen Voltmeter und ein Amperemeter.

Da insbesondere Regulierwiderstände im Hauptstrom hiermit in Wegfall kommen, so scheint mir eine solche Stromquelle gegenüber anderen (z. B. einer Akkumulatorenbatterie, die geladen werden muß und in kurzer Zeit Reparaturen erheischt) den Vorzug zu verdienen, zumal, wie aus nachstehendem zu ersehen ist, auch die Anschaffungskosten recht mäßige genannt werden müssen.

Die Umformergruppe, bestehend aus einem 5 pferdigen Drehstrommotor direkt und flexibel gekuppelt mit einer 2,6 KW Nebenschlußmaschine auf gemeinsamer Grundplatte montiert, kostet K 1010,—, der Nebenschlußregulierwiderstand K 100,—, die Meßinstrumente K 100,—, insgesamt K 1210,—.

Sollte durch diese Mitteilung ein Beitrag zur Förderung des physikalischen Unterrichts an unseren Mittelschulen geleistet worden sein, so fühle ich mich auch verpflichtet, Herrn Univ.-Prof. Dr. Hammerl-Innsbruck an dieser Stelle für seine anregenden Ratschläge den herzlichsten Dank auszusprechen.

## Wirkungen des Dampfdruckes von Äther.

Von

Prof. H. Rebenstorff in Dresden.

Mittels des ds. Zeitschr. XVII 91 beschriebenen Füllröhrchens kann man den ganzen, von Äther über Wasser entwickelten Dampfdruck in einem Heronsball zur Erzeugung eines kräftigen Wasserstrahles wirken lassen. Das Füllröhrchen hat oben eine enge Öffnung und

<sup>1)</sup> Arnold, I. Band, Seite 373.



läßt den Äther heraus, wenn ein unten abschließender Quecksilbertropfen aus dem angesetzten engen Rohrstückchen herausgeschleudert wird. Man ist durch diese Vorrichtung imstande, ohne Anwendung von Hähnen, sowie unter Vermeidung der Glassplitter beim Gebrauche zugeschmolzener Glaskugeln als Behälter, innerhalb eines geschlossenen Gefäßes eine kleine Flüssigkeitsmenge zum Ausfließen zu bringen (für Dampfdruck, Absorption u. a.). Bei zahlreichen Flüssigkeiten kann man jedoch selbst für messende Unterrichtsversuche statt dieses Füllröhrchens einfacher ein unten ganz geschlossenes, oben nicht verengtes, offenes Röhrchen benutzen, dessen Inhalt durch Neigen zum Ausfließen gebracht wird. Bedingung ist hierbei nur eine größere Dampfdichte der Flüssigkeit, die keine Korrektion des höchstens langsam herausdiffundierenden Dampfes zuläßt. Während also der Versuch, mittels des vereinfachten Füllröhrchens eine kleine Wassermenge in der Flasche zur Entwicklung des ganzen Dampfdruckes von einem bestimmten Augenblicke an zur Verfügung zu stellen, durch das geringe Gewicht des Wasserdampfes vereitelt wird, zeigt sich z. B. nach Einbringen von Äther in einen Heronsball mittels des offenen Röhrchens längere Zeit hindurch keine erkennbare (am Steigen des Wassers im Rohre) Druckzunahme, wenn das bis auf etwa 2 cm vom Rande gefüllte Röhrchen aufrecht steht, wobei die geringen, nach oben diffundierenden Dampfmengen wohl noch vom Wasser des Heronsballes absorbiert werden.

Auch ohne Wasser ist die Verdunstung des in der beschriebenen Weise eingebrachten Äthers so langsam, daß man durch Benutzung einer starkwandigen Flasche und Anschluß an ein Quecksilbermanometer einen guten messenden Versuch über den Dampfdruck des Äthers ausführen kann. Auch hierbei verwendet man vorteilhaft den von Gustav Müller in Ilmenau beziehbaren Heronsball mit Füllröhrchen. Statt des sonst gebräuchlichen Kochkolbens ist eine standfeste, starkwandige Zylinderflasche mit etwas weiterer, ausgebohrter Halsöffnung mit dichtschießendem Kork versehen, in dem sich das für einen besonders hohen Wasserstrahl in den Dimensionen erprobte Steigrohr befindet. An diesem ist seitlich das Füllröhrchen befestigt, dessen Öffnung zur Erleichterung des Eingießens schrägen Rand hat.

Den qualitativen Wasserstrahlversuch liefert der verbesserte Heronsball sehr wirkungsvoll bei folgender Handhabung. Die Flasche wird etwa zum vierten Teil mit Wasser von Zimmerwärme (ca. 150 ccm), das Füllröhrchen etwa zur Hälfte mit Äther (ca. 2 ccm) versehen. Beim Eingießen des Äthers läßt man den Rand der Ätherflasche auf dem Rande des Füllröhrchens aufruhcn. Ist jedoch Äther außen herabgelaufen, so wartet man einige Augenblicke mit dem Abschluß des Heronsballes, bis diese Flüssigkeit auch von dem Ende des Steigrohres, aus dem ein etwa entstandener Tropfen herauszublasen ist, abdunstet. Nach dem Eindrücken des Stopfens hält man die Rohrspitze mit einem Finger zu und neigt den Heronsball mit der andern Hand bis zum Ausfließen des Äthers (Füllröhrchen nach oben). Unter weiterem Vermeiden des Schüttelns richtet man die Flasche langsam auf und stellt sie an den Rand des Tisches. Nach  $\frac{1}{2}$ —1 Minute ist [der Dampfdruck so bedeutend geworden, daß ein fast 3 m hoher Wasserstrahl entstehen kann, sobald man die Spitze frei gibt. Nach der Richtung des Strahles dreht man noch schnell die Flasche so herum, daß auf die Tischplatte nur wenige Tropfen zurückfallen. Nachdem die Hauptkraft erschöpft ist, lüftet man den Stopfen und hat nach seinem erneuten Aufsetzen den Heronsball für einen mit ähnlichen Apparaten wohl noch nicht angestellten Versuch bereit.

Hält man nämlich die Rohrspitze wieder zu und schüttelt Wasser und die dampfhaltige Luft tüchtig durch, so entsteht ein luftverdünnter Raum durch Auflösung der kleinen Äthermenge im Wasser. Nimmt man von der Rohrspitze der wieder hingestellten Flasche den Finger fort, so dringt zischend und blasenwerfend an die Stelle des gelösten Ätherdampfes Luft herein.

Einige Fragen nach der Größe der Druckänderungen oder der zweckmäßigen Dauer des Verdunstenlassens, die für den Eintritt der größten Wirkung von Interesse sind, bedarf antwortet folgender Versuch, der in einer höheren Klasse sowohl in der Wärmelehre als auch bei der Besprechung des Verhaltens der Dämpfe und der mischbaren Flüssigkeiten in der Chemie am Platze ist. Der Heronsball wird nach völligem Entfernen des ätherhaltigen

Wassers wie vorhin beschickt, nur wurde das Steigrohr in dem Stopfen so weit emporgezogen, daß das Füllröhrchen gerade noch nicht in den Flaschenhals hineinragt. Über die Spitze des dann nicht bis in das Wasser hinabragenden Steigrohres schiebt man einen guten Gummischlauch, der zu einem Quecksilbermanometer führt (etwa eine starkwandige U-Röhre mit nahen Schenkeln, die man vor einen Vertikalmaßstab bindet). Beim Ausfließen des Äthers steigt der Druck zunächst schnell an, während den Nähersitzenden die „Weintränen“ auf der Flaschenwand die Verdunstung sichtbar machen. Auch nach dem Hinstellen schreitet die Druckzunahme weiter fort. Der Äther bildet auf dem Wasser eine dünne Schicht, die durch Diffusion sich wohl nur sehr langsam vermindert, während Konvektion nach unten, die Schlieren hervorrufen müßte, nicht besteht.

Man überzeugt sich, daß es hier Zeitverschwendung wäre, den maximalen Druck abzuwarten (Dampfdruckmessung des Äthers wäre ohne Wasser auszuführen); nach einigen Minuten werden 24 cm Quecksilberhöhe erreicht (bei 20° Wasserwärme). Wenn man alsdann das Steigrohr bis in das Wasser hinabschiebt und den Schlauch über der Rohrspitze zunächst vorsichtig lockert, hierauf ihn ganz abzieht und schnell mit dem Finger die Spitze schließt, so kann man den Strahl wie vorhin springen lassen. Hinterher und nach kurzem Lüften des Stopfens wird der Schlauch wieder aufgestreift. Durch Umschütteln verkleinert sich der Druck in der Flasche um etwa 10 cm Quecksilbersäule.

Bei diesen Versuchen ruft also der Ätherdampf Druckänderungen in der Luft etwa von dem doppelten Betrage hervor, wie sie durch eine kräftige Lunge ohne Überanstrengung und ohne Zuhilfenahme der Wangenmuskeln zu erreichen sind; es gilt dies sowohl für die Verdichtung als auch für die Verdünnung. Bei der plötzlichen Entspannung von der ersteren würde kräftige Nebelbildung erfolgen; beim Fehlen von Staubkernen und Nucleis, die der Äther durch spurweise Oxydation bildet, würde sogar die spontane Kernbildung stattfinden, da die Wilsonsche Grenzentspannung ein wenig überschritten wird<sup>1)</sup>.

In einem aus 2 Flaschen mit Bodentubus konstruierten Druckapparat könnte man die Druckbildung durch Ätherdampf für die bequeme Ausführung von Nebelversuchen nutzbar machen, was an dieser Stelle nur angedeutet sei.

Wird bei dem Versuche der manometrischen Druckmessung im Heronsball mit Wasser und Äther dieser Druck nicht durch Austreten von Wasser verringert, sondern schüttelt man die mit dem Manometer verbunden bleibende Flasche tüchtig um, so bleibt in dieser

<sup>1)</sup> Vergl. die beiden Arbeiten: Rebenstorff, *Phys. Zeitschr.* V 571; 1904 und VI 101; 1905. Ich bemerke hierbei, daß man mittels zweier großer Flaschen mit Bodentubus und genügend Wasser, die gasometerartig durch einen weiten Schlauch verbunden sind, Expansionen mit spontaner Kern- und der dann stattfindenden charakteristischen Regenschauerbildung mit dem Munde allein hervorrufen kann, wenn man in die eine Flasche zunächst oben kräftig einbläst (auch mit den Wangenmuskeln nachtreibend), nach dem thermischen Ausgleich in der staubfreien Luft der andern Flasche den zugehaltenen Schlauch losläßt und nach der Entspannung an der ersten Flasche noch kräftig saugt. Die so erreichte Entspannung ist so bedeutend, daß bei der adiabatischen Ausdehnung die Luft bis unter  $-5,5^{\circ}$  abgekühlt und eine Übersättigung mit Wasserdampf bis auf mehr als das 4,34-fache erreicht wird (a. a. O. S. 572). Diese Größe der Wilsonschen Grenzentspannung wird nicht immer genügend hervorgehoben, was eine Verschiebung der tatsächlichen Verhältnisse ist und nach eigener Wiederholung der Wilsonschen Versuche gewiß nicht unterlassen würde. Vor Wilson wurde nur vermeintlich beobachtet, daß ohne Vorhandensein von Kernen selbst die größten Entspannungen keinen Nebel erzeugten. Auch die Theorie der Entstehung der positiven Lufterktrizität durch Ausfällung der negativen Ionen infolge Nebel- und Regenbildung scheint mir die Ergebnisse von Nebelversuchen nicht ganz zu berücksichtigen, denn alle für die Gewitterbildung in Betracht kommenden Luftschichten der Atmosphäre sind derartig reich an Staubkernen gewöhnlicher Art, daß nicht eine Expansion, sondern erst mehrere imstande sind, diese vielen Kerne auszufällen, und es tritt Kondensation an negativen Ionen also wohl erst nach wiederholter und zugleich sehr viel kräftigerer Expansion ein. Das Zusammenwirken von Staubkernen und Ionen ist freilich nicht unwahrscheinlich, ist meines Wissens aber bisher nicht als die wahre Ursache der Entstehung der lufterktrischen Ladung diskutiert und noch weniger durch Versuche zu bestätigen versucht worden.

ein Überdruck bestehen; bei obigem Versuche (20°) war dessen Größe gleich 4 cm Quecksilbersäule.

Nimmt man lauwarmes Wasser zum Füllen des Heronsballes, so ist natürlich die Spannkraft des Ätherdampfes wie auch die später erreichbare Luftverdünnung beträchtlich größer. Besonders auf diese Weise wäre es möglich, einen Luftpumpenversuch wie das Blasensprengen durch Verbindung des beschriebenen Heronsballes mit der betreffenden Vorrichtung auszuführen.

## Physikalische Unterrichtsübungen für künftige Lehrer.

Von

Prof. Dr. R. Börnstein, Berlin.

Daß zur Ausbildung der Physiklehrer experimentelle Übungen gehören, ist seit lange anerkannt und auch bereits in der Prüfungsordnung zum Ausdruck gebracht worden; und es bedeutet ohne Zweifel eine sehr wesentliche Verbesserung der Studienverhältnisse, daß man nachgerade an den physikalischen Instituten sämtlicher Hochschulen die Übungen der Studierenden in den regelmäßigen Arbeitsplan aufgenommen hat. Auf Grundlage von Kohlrauschs unübertrefflichem „Leitfaden“ oder ähnlicher Werke werden die jungen Physiker, Mathematiker, Chemiker u. s. w. mit der Benutzung physikalischer Meßapparate bekannt gemacht, sie erlernen die zahlenmäßige Feststellung der verschiedenen Naturkonstanten sowie die Ausführung ergänzender Korrekptionsrechnungen und empfangen somit eine überaus wertvolle Vorbereitung für die Lösung derjenigen Aufgaben, die ihrer in der Technik oder auch in der wissenschaftlichen Forschung harren. Kommen denn aber alle diese jungen Leute später in die Lage, vor Aufgaben der Technik oder der Forschung gestellt zu werden? Diese Frage ist für die Mehrzahl der künftigen Lehrer zu verneinen, und damit tritt die weitere Frage auf, ob man nicht die physikalischen Übungen derartig umgestalten könne, daß sie als zweckmäßige Vorbereitung für den Schuldienst gelten dürfen. Daß hiermit an ein vorhandenes und bereits empfundenes Bedürfnis gerührt wird, geht aus den mehrfach schon getroffenen Einrichtungen für physikalische Handfertigkeit hervor. Man findet es nötig, den angehenden Lehrer mit Hobel- und Drehbank, mit Glasblasen und Löten vertraut zu machen, damit er die später von ihm zu verwaltende Apparatsammlung zweckmäßig verwenden, kleine Herstellungsarbeiten selbst ausführen und größere Reparaturen oder Anschaffungen sachkundig beurteilen könne. So wertvoll gerade diese Seite der experimentellen Ausbildung auch erscheint, sollte doch eine andere Rücksicht daneben nicht unbeachtet bleiben: Wer als junger Lehrer zum ersten Mal Physikunterricht zu erteilen hat, pflegt mit nicht gerade freudiger Überraschung zu bemerken, daß er zahlreiche Apparate benutzen und vorführen soll, die er zwar oft genug gesehen hat und gut erklären kann, die er aber nie in der Hand hatte, und deren Eigenschaften er zu studieren bisher noch gar keine Gelegenheit fand. Aus der eigenen Jugend erinnert er sich, daß mißlungene Experimente das Gegenteil pädagogischer Erfolge zu zeitigen pflegen, und um nun seinen Platz pflichtgemäß auszufüllen, muß er seine experimentelle Ausbildung noch einmal von vorn beginnen und sich diejenige Fertigkeit verschaffen, die er durchaus für die Schule braucht und doch bisher nicht erworben hat: die Fertigkeit im Ausführen von Unterrichtsversuchen. Erwägungen dieser Art waren es, die mich veranlaßten, an der Berliner Universität „Physikalische Übungen für künftige Lehrer“ anzukündigen. Nachdem nunmehr zwei Jahre lang diese Übungen durchgeführt sind und einen erfreulichen Eifer der Teilnehmer aufweisen konnten, hoffe ich, daß ein kurzer Bericht manchen Leser dieser Zeitschrift interessieren wird.

Unsere Übungen finden einmal wöchentlich am Nachmittag statt. Die Teilnehmer erscheinen um 2 Uhr im Laboratorium und erhalten unabhängig voneinander Aufgaben

samt den zur Durchführung nötigen Apparaten und der entsprechenden Anweisung. Die Aufgaben beziehen sich auf solche Gegenstände der Experimentalphysik, welche eine zusammenhängende Darstellung durch Vortrag und Versuche gestatten. Beispielsweise wurden behandelt: Parallelogramm der Kräfte; Hydrostatischer Druck; Luftdruck; Luftpumpe; Oberflächenspannung; Schallerzeugung; Thermische Ausdehnung; Spezifische Wärme; Schmelzen und Sieden; Flüssige Luft; Dampfmaschine; Elektrostatische Versuche; Elektrolyse; Kraftlinien; Induktion; Elektrische Schwingungen (Versuche von Tesla und von Lecher); Hertz'sche Strahlen; Geradlinige Fortpflanzung der Lichtstrahlen; Lichtbrechung; Spektra; Interferenz der Wasser-, der Schall- und der Lichtwellen; Beugung; Polarisation usw. Der Einzelne hat nun die ihm übergebenen Apparate zweckmäßig zusammenzustellen und alle diejenigen Versuche auszuführen, welche zur unterrichtsgemäßen Erläuterung der gestellten Aufgabe gehören. Wird dabei eine Herstellung oder Ergänzung der vorhandenen experimentellen Vorrichtungen nötig, so gibt dies erwünschten Anlaß zur Einübung der entsprechenden Fertigkeiten. Holzbearbeitung, Glasblasen, Löten, Drehen (den Unterricht an der Drehbank erteilt der Institutsmechaniker) werden demnach vielfach geübt, und bei einzelnen Teilnehmern bildete den Gipfel des Ehrgeizes der Wunsch, einen Vortrag mit lauter selbstgebauten Apparaten zu halten. Sind bei der geschilderten Tätigkeit drei Stunden verflossen, so versammeln sich die sämtlichen Teilnehmer im Hörsaal, und einer von ihnen hält einen Experimentalvortrag über eine vorher von ihm bearbeitete Aufgabe. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, diese Vorträge mindestens zwei Wochen vorher zu verabreden, um dem Vortragenden Zeit zur ruhigen Überlegung seiner Demonstration zu lassen. Die dem Vortrag unmittelbar vorhergehenden Nachmittagsstunden pflegen zur Vorbereitung im Hörsaal verbraucht zu werden, wobei der Vortragende die ihm von einer vorausgegangenen Übung schon bekannten Apparate selbst aus dem Schrank nehmen, in den Hörsaal schaffen, dort aufbauen und probieren muß. Die zu gebende Darstellung muß grundsätzlich in solcher Form gehalten sein, daß alle Anwesenden sowohl den Versuchen wie auch der Erläuterung leicht folgen können; lange theoretische Erörterungen sind zu vermeiden, und der leitende Gedanke soll möglichst klar zum Ausdruck gebracht werden. In der bei Seminarvorträgen üblichen Form folgt dann Besprechung und Kritik.

Für diese Übungen dienen die Räume und Apparate des physikalischen Kabinetts der landwirtschaftlichen Hochschule. Es werden demnach oftmals Vorrichtungen benutzt, die wohl in akademischen Vorlesungen, seltener aber beim Schulunterricht verfügbar zu sein pflegen. Natürlich werden die Übenden hierauf hingewiesen, zugleich aber daran gewöhnt, sich bei Durchführung ihrer Versuche möglicher Einfachheit zu befleißigen und durch sorgfältige Ausnutzung der vorhandenen technischen Mittel ihre Experimentalvorträge so vollständig und so deutlich, als irgend möglich, zu gestalten. Recht nützlich erweisen sich dabei die von Herrn Assistent W. Volkmann angegebenen und meist in unserem Laboratorium erprobten zusammenstellbaren Apparateile, die er unter dem Namen „Physikalischer Baukasten“ beschrieben hat (Berlin, Springer, 1905).

Der Vorteil, welchen ich für die Teilnehmer unserer Übungen erhoffe, ist ein doppelter. Sie sollen die zweckmäßige Anordnung der Experimente und diejenige Art der Vorbereitung kennen lernen, welche das nachherige Gelingen gewährleisten, und andererseits sollen sie eine so sichere Beherrschung der Apparate gewinnen, daß im Unterricht Theorie und Experiment richtig verteilt werden, nämlich daß der Vortrag durch die Ausführung der Versuche nicht unterbrochen, sondern ergänzt und belebt wird<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Den Inhalt der vorstehenden Darlegung habe ich auf der Stuttgarter Naturforscherversammlung in der Abteilung für naturwissenschaftlichen Unterricht vorgetragen und durfte mich allseitiger Zustimmung der versammelten Fachleute erfreuen; im Anschluß an meinen Vortrag wurde sodann eine Resolution beantragt und einstimmig angenommen, welche die Wichtigkeit der geschilderten Übungen ausspricht und ihre Einführung empfiehlt.



die Moleküle vollkommene Kugeln seien — nicht, weil man dies wirklich anzunehmen berechtigt war, sondern in dem klaren Bewußtsein, hier eine vereinfachende Hypothese als erste Annäherung zu machen, die die Erscheinungen der Berechnung zugänglich machte, während mit komplizierten Gebilden rechnerisch zu operieren fast aussichtslos erschien. BOLZMANN gelang es zu zeigen, wo hier in der Abweichung zwischen Beobachtung und Theorie Fingerzeige dafür gefunden werden können, die uns eine weitere Annäherung an die tatsächliche Form der kleinsten Teile ermöglichen. Dazu führt die Messung des Verhältnisses der spezifischen Wärmen eines Gases bei konstantem Druck und bei konstantem Volumen. Er wies darauf hin, daß dieses Verhalten für Kugeln genau  $1\frac{2}{3}$ , für Rotationsellipsoide oder Anordnungen mit 2 Attraktionszentren 1,4, für 3achsige Ellipsoide  $1\frac{1}{3}$ , für noch kompliziertere Anordnungen noch kleiner sein müsse. Tatsächlich zeigen die sogen. einatomigen Gase, Quecksilberdampf, Argon, Helium usw., deren Moleküle als Kugeln aufgefaßt werden können, genau das Verhältnis  $1\frac{2}{3}$ , die zweiatomigen, wie Stickstoff, Sauerstoff usf., gerade 1,4, die komplizierteren Gebilde kleinere Verhältnisse.“

Nun hat zwar jeder, der, wenn auch nur als Lehrer, nicht als Forscher der Physik, über deren Methoden nachzudenken sich gewöhnt hat, gerade aus dem erbitterten Kampfe zwischen der älteren mechanistischen Physik und der neuesten angeblich „hypothesenfreien“ den alten logischen Satz sich neu eingeschärft gesehen, daß keine auch noch so glänzende experimentelle Verifikation der mathematischen Konsequenzen einer Hypothese diese bis zur Gewißheit zu steigern, d. h. den Sieg entgegengesetzter Hypothesen für alle Zukunft auszuschließen vermag. Vielleicht werden also Phänomenologie und Energetik künftig z. B. jene Zahlen für  $C/c$  mittels anderer „Bilder“ als der von Kugeln, Ellipsoiden und dergl. zu „beschreiben“ vermögen. Aber so viel wissen wir heute schon, daß, wer zu einer solchen Tiefe des Ineinanderarbeitens der Theorie (nennen wir sie nun „Erklärung“ oder „Beschreibung im neudefinierten Sinne“) und des Experiments nicht einmal die mathematischen Ansätze zu machen vermag, überhaupt noch kein ebenbürtiger Gegner der bekämpften „Hypothesen“ ist. Daß BOLZMANN in zahlreichen (nun durch seine „Populären Schriften“ gesammelten und allgemein zugänglich gewordenen) Reden und Abhandlungen diesen methodologischen Gesichtspunkt lichtvoll und leidenschaftslos dargelegt hat, bleibt auch für die Leser dieser Zeitschrift ein lehrreiches Dokument zur Geschichte jener Kämpfe. Denn wozu lehren wir Physik, wenn wir nicht auch schon der Jugend einen Eindruck von den Zielen und Wegen dieses Stückes menschlicher Erkenntnis in anschaulichen Bildern zu geben vermögen? Und daß nun die Lehrer dieser Wissenschaft die Zeugnisse eines ihrer Meister in Händen und hoffentlich stets vor Augen haben, aus denen bei aller Bescheidenheit und Lebenswürdigkeit des Tones doch das Vollgefühl spricht, sich auf Seite der Könnenden, der Aufbauenden zu wissen, nicht der bloß mit den Hypothesen auch den Weg zu ihrer Verifikation oder Exklusion Verschmähenden — das gibt dem Lebenswerk BOLZMANNs eine eigenartige Bedeutung auch für die Didaktik und Philosophie der Naturwissenschaften, also für die besonderen Zwecke der vorliegenden Blätter.

Es seien von den einzelnen Arbeiten BOLZMANNs nur noch genannt: Seine Erklärung des Entropiegesetzes aus Prinzipien der Wahrscheinlichkeitsrechnung, worauf wir noch zurückkommen. Für das Strahlungsgesetz, daß das Emissionsvermögen eines schwarzen Körpers direkt proportional sei der 4. Potenz der absoluten Temperatur, das STEFAN induziert hatte aus Beobachtungen von DULONG, PETIT, DE LA PROVOSTAYE und DESAINS, gab BOLZMANN eine theoretische Ableitung, die nachmals noch doppelt bedeutungsvoll geworden ist<sup>1)</sup>: „Der Weg BOLZMANNs schien damals gewiß sehr gewagt; denn er setzte die Gültigkeit des zweiten Hauptsatzes der mechanischen Wärmetheorie, der doch bisher nur auf Vorgänge innerhalb der Materie angewandt worden war, auch für den reinen Äther und seinen Energieinhalt voraus. Dieser von BOLZMANN eingeschlagene Weg ist erst viele Jahre später von anderen Forschern betreten“, und es sind auf diesem Gebiete seither überraschende Erfolge, nament-

<sup>1)</sup> Die folgenden Worte aus dem Nachruf von HASENÖHRL.

lich von W. WIEN, erzielt worden. — Die bekannten Bücher BOLTZMANN'S, Lehrbücher im größten Sinne: so die erste deutsche Bearbeitung der MAXWELLSCHEN Elektrizitätslehre, die Mechanik, die kinetische Gastheorie, sind allgemein bekannt und auch in diesen Blättern regelmäßig besprochen worden. —

Und nun einige Worte persönlichen Gedenkens. Ich habe BOLTZMANN kennen gelernt 1874, als ich Lehramtskandidat der Mathematik und Physik an der Universität Wien war und BOLTZMANN mein Lehrer und dann Prüfungskommissär der Mathematik wurde, wie später in Graz der Koexaminator bei meinem Rigorosum, und zwar für — Philosophie. Noch als Student sah ich während der Osterferien 1875 in dem damaligen physikalischen Institut in Wien-Erdberg (bei dessen Schließung STEFAN zu uns sagte: „Es war ein elendes Haus, aber es sind in ihm gute Arbeiten gemacht worden“) BOLTZMANN inmitten eines unförmlichen Aufbaues von Elektriziermaschinen beschäftigt, die jenem Nachweis für  $D = n^2$  dienten. Aus dem Wintersemester 1886/87 (das ich in Graz behufs Arbeit an meiner Logik und Psychologie verbrachte) erinnere ich mich, daß die Professoren STREINTZ und ETTINGHAUSEN mir erzählten, sie seien durch ihre Arbeiten über das Hall-Phänomen auf Differentialgleichungen geführt worden, denen sie ganz ratlos gegenüberständen. Sie zeigten diese BOLTZMANN, der alsbald sagte: „Num, sollte die Lösung nicht folgende Form haben?“ Und sogleich bestätigte die Substitution seine Intuition. Für mich wurde dieses kleine Beispiel zum Typus für das Genie, das von allen Kundigen, als in BOLTZMANN'S Schaffen in seltener Reinheit verwirklicht, bewundert und gepriesen wird. Die Maße hiefür hat er selber angegeben in den Nachrufen auf KIRCHHOFF, LOSCHMIDT und STEFAN (nun ebenfalls in den „Populären Schriften“). Daß aber der allverehrte Mann auch als Mensch die Züge der Kindlichkeit nicht verleugnete, wie man sie am Gelehrten entschuldbar findet und am Genie bewundert und mitliebt — davon haben die Tagesblätter bei der erschütternden Kunde von dem jähen Ende des großen Mannes genug, vielleicht allzuvielen Proben gebracht.

Es bedarf das Gesamtbild vom Wirken und Sein des Dahingegangenen auch noch eines erklärenden Wortes für sein philosophisches Lehramt während seiner letzten Jahre. Ich war nicht nur Zeuge seiner ersten beiden Vorlesungen über Naturphilosophie (Herbst 1903, von der die nicht wörtliche Wiedergabe in den „Populären Schriften“ ein jedenfalls befremdendes Bild gibt), sondern ich bewahre hier auch die seltsame Erinnerung auf, daß sich BOLTZMANN von mir ein halbes Jahr später die Titel philosophischer Bücher sagen ließ und mir wieder ein halbes Jahr später sagte: „Ich habe nun diese „Kritik der reinen Vernunft“ studiert und nichts, rein nichts davon verstanden.“ Auf meine Bemerkung, daß er im Unterschiede zu dem Antimetaphysiker MACH ein Ametaphysiker<sup>1)</sup> sei, sagte er: „Ja, ich bin überhaupt Aphilosoph; ich werde beweisen, daß es überhaupt keine Philosophie gibt, kann das aber allerdings nur mittels Philosophie.“ Das Verhältnis der gegenwärtigen Naturwissenschaft zur Philosophie kann nicht prägnanter ausgesprochen werden. Doch werden auch in den künftigen Zeiten eines freundlicheren Verhältnisses beider Wissenschaften nicht nur BOLTZMANN'S lichtvolle Darstellungen der einzig gesunden Methodologie, sondern auch seine direkten Beiträge zur Logik und Metaphysik, ich meine hier vor allem die glänzende Aufhellung der Entropietatsachen durch ihre Einfügung in den Gedankenkreis der Wahrscheinlichkeitsrechnung, auch von seiten einer wirklich naturwissenschaftlich fundierten Philosophie für immer als unschätzbare positive Beiträge zu einer empirischen Metaphysik hochgehalten werden. —

Und so wiederhole ich das „Friede seiner Asche“, das vor erst zwei Monaten diese Blätter (S. 279) einem unter ähnlich tragischen Umständen von uns Gegangenen (DRUDE) nachzurufen hatten, mit den Schlußworten von BOLTZMANN'S Nachruf auf KIRCHHOFF:

„Nun habe Dank, geliebter Schatten, für Deine Führung. — Wie leicht wandelt es sich an Deiner sanften Hand auf den steilen Pfaden der Wissenschaft. Kehre zurück, wo Du mit so vielen großen Geistern weilst, der größten einer.“

A. Höfler.

<sup>1)</sup> Ich hatte in unserem Sonderhefte 2 „Zur gegenwärtigen Naturphilosophie“ S. 107 gezeigt, daß Boltzmann eine „Ametaphysik der Atomtheorie“ lehre.

## Kleine Mitteilungen.

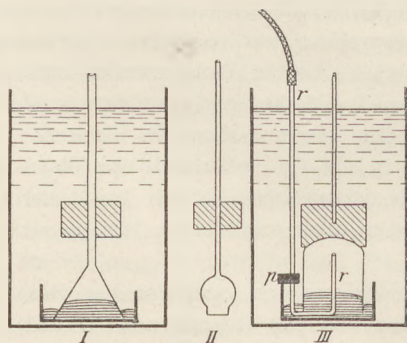
### Die Beseitigung des Auftriebes schwimmfähiger Körper.

Von **H. Rebenstorff** in Dresden.

Zum Nachweis, daß nur der Auftrieb das Schwimmen bewirkt, verwendet man leichte, unten hohle Körper, die mit dem ebenen Rande der Höhlung gegen die Bodenfläche eines Gefäßes gedrückt und dann mit der Flüssigkeit überschichtet werden. Der Gedanke, von der Höhlung aus eine Röhre nach oben gehen zu lassen und den Körper mit verschlossener Röhre bis zur Bodenfläche einzusenken, damit er beim Fortnehmen des schließenden Fingers wie „angesaugt“ (SPIES, d. Zeitschr. XVIII 348) am Boden bleibt, ist in mehreren Apparatformen verwirklicht worden (HARTL, HAEDICKE, SPIES). Außer durch den infolge Einsickerns von Wasser sich schließlich entwickelnden Auftrieb kann der Körper durch Einblasen von Luft oder Eingießen von Wasser in die Röhre zum Schwimmen gebracht werden, da es gleichgültig ist, ob der Auftrieb, der Druck gegen die obere Wölbung der Höhlung, von Luft oder von Wasser bewirkt wird.

Noch nicht beschrieben scheint mir die folgende vorteilhafte Einrichtung zu sein, bei der eine in das Wassergefäß gegossene Bodenschicht von Quecksilber den Abschluß und das Fernhalten des Auftriebes bewirkt. Die drei Apparatformen der Figur kann man leicht selbst herrichten. Mittels festgesiegelten Korkes sind die Glasteile schwimmfähig gemacht. Man zeigt, daß sie nach dem Tieferdrücken immer wieder zur Wasseroberfläche emporsteigen. Auf dem Boden des Wassergefäßes steht eine Glasschale mit einer 15—20 mm hohen Schicht Quecksilber. Drückt man den Rand des trichter- oder glockenartigen Behälters bis in das Quecksilber hinab und gibt die zu der mit Luft erfüllten Höhlung führende Röhre erst hierauf durch Fortnehmen des Fingers frei, so bleibt nur der nach unten gerichtete Druck des Wassers wirksam, und der Apparat ist mit einiger Kraft gegen Quecksilber und Gefäßboden gepreßt. Während die bisherigen „Nichtschwimmer“ schon beim geringsten Anheben infolge Vernichtung des wasserdichten Randschlusses sofort in die Höhe steigen, gestattet der Quecksilberabschluß in lehrreicher Weise, den Apparat etwas anzuheben und ihn unter vernehmlichem Geräusch wieder herabfallen zu lassen.

Im einzelnen kann man an den drei Apparatformen noch folgendes bemerken. An dem Apparate I mit kegeligem Trichter erkennen die Zuhörer den abwärts wirkenden Wasserdruck besonders deutlich, wenn man auf die Bewegung aufmerksam macht, die nach Hineinhalten in die Quecksilberoberfläche beim Öffnen der Röhre entsteht. So wie ein Anker vor den Polen eines Elektromagneten beim Stromschluß die haltende Hand mit fortreißt, kann man auch in diesem Falle die Handmuskeln nicht schnell genug wirken lassen, um im



Augenblicke der Fortnahme des Zeigefingers den Zug nach unten und das laute Anschlagen an den Gefäßboden zu hindern. Mit einer Federwaage kann man den zum Anheben des Apparates erforderlichen Druck messen und mit dem aus den Dimensionen von Apparat und Flüssigkeitshöhe berechneten vergleichen. Infolge Vergrößerung der gedrückten Oberfläche an dem kegelförmigen Körper nimmt bei etwas weiterem Herausziehen aus dem Quecksilber der Druck nach unten noch zu, trotzdem der Auftrieb des Glases im Quecksilber etwas abnimmt. An dem Apparate II mit Glockentrichter ist das schnelle Heruntergehen beim

Öffnen der Röhre weniger auffallend; der Druck abwärts ist bei tieferer Lage größer, da das in den bauchigen Teil des Trichters eindringende Quecksilber oberhalb der engeren Mündung zum Teil beschwerend wirkt. Hebt man den Apparat beider Formen etwas weiter an, so dringt Wasser ein, während Quecksilber abfließt. Nach einiger Zeit ist so viel Wasser eingedrungen, daß beim Loslassen der Apparat auf dem Quecksilber, aber noch nicht im Wasser



schwimmt, denn der schon vorhandene Auftrieb genügt hierzu erst, wenn die Steighöhe des Wassers in der Röhre eine bestimmte Größe überschreitet. Bis dahin behauptet der Apparat nach geringem Hinab- oder Heraufbewegen ein stabiles Gleichgewicht mit einer immer wieder sich einstellenden Wassersäule in der Röhre. Ebenso wie weiteres Eindringenlassen von Wasser in den Trichterraum ruft Entfernung von Wasser aus dem Gefäße mittels Hebers das Schwimmen des Apparates hervor. Für den letzten Versuch mußte man den Trichterrand durch vorsichtiges Anheben schon der Quecksilberoberfläche sehr nahe gebracht haben. Leichter ist es, den Auftrieb des Apparates fast so groß zu machen, daß Schwimmen erfolgt, wenn man die Röhre ohne Fingerabschluß einsenkt, aber so tief in das Quecksilber hinabdrückt, daß eine kleine Wassermenge aus der Röhre oben herausfließt.

Der Apparat der dritten Form (III) besteht aus einer kleinen Glasglocke mit als Handhabe dienendem zugeschmolzenen Glasrohr im Korke. Die Verbindung des Glockenraumes mit der Außenluft erfolgt durch die U-förmige Röhre  $r$ , die an einem sichelförmigen Abschnitt einer Bleiplatte  $p$  befestigt ist, der auf dem Rande des Quecksilbernapfes aufliegt und hier einige heruntergebogene Randstellen besitzt. Die U-Röhre geht mit ihrem wagerechten Teile bis auf den Boden des Napfes hinab; das herausragende Ende ist mit einem Gummischlauche versehen. Um die Schwimglocke so einzusenken, daß der nach unten wirkende Wasserdruck sie hinabgedrückt hält, füllt man das U-Rohr durch Einblasen und Zudrücken des Schlauches mit Luft, drückt die Glocke bis in das Quecksilber hinab und läßt den Schlauch los. Zweitens kann man die Wirkung des Apparates herbeiführen, indem man die geringe Wassermenge im U-Rohre und etwas nachfolgende Luft durch Einsenken der Glocke in das Quecksilber herauspreßt. Man kann zunächst nur bis an die Quecksilberoberfläche einsenken und erkennen lassen, daß beim Loslassen die Glocke nach oben geht. Senkt man jedoch so tief ein, daß der Überdruck von Wasser und Luft polternd durch das U-Rohr sich ausgleicht, so ist der Apparat an den Boden des Quecksilbernapfes gebannt.

In diesem Zustande sieht man das Quecksilber im Innern des Hohlraumes natürlich dem Drucke der Wassersäule entsprechend höher stehen als im Napfe. Dieser Umstand unterstützt die Anschauung, daß der Apparat unten „angesaugt“ festsetzt. Es ist lehrreich, hierbei die Zuhörer herausfinden zu lassen, bei welcher Handhabung des Apparates der Luftdruck, den einige schon zu früh zitieren werden, mitwirke, um den Apparat gegen den Boden zu drücken. Man kann sehr deutlich fühlen lassen, daß der Apparat sich schwerer anheben läßt, wenn man hierbei die obere Rohröffnung mit dem Finger zuhält. Der Apparat der letzteren Form mit nicht daran befestigter Röhre ist besonders geeignet, die Entwicklung des Auftriebes beim Hineinpresse von Luft zu zeigen. Sehr deutlich wird die Messung der erforderlichen Druckhöhe, wenn man mit dem Schlauche die eine von zwei als Gasometer verbundenen Flaschen mit Bodentubus verbindet und dann durch Anheben der anderen, ebenfalls etwas Wasser enthaltenden Flasche den Druck allmählich erhöht. Gustav Müller in Ilmenau liefert die in seinem Prospekte abgebildete Form des Apparates nebst Quecksilbernapf und Wassergefäß.

### Ein neuer Apparat zum Nachweis des Auftriebes in Luft (Baroskop).

Von Prof. H. Kropp in Bochum.

Ein aus starkem Stahlblech angefertigter zylinderförmiger Luftkessel  $a$  (Fig. 1) von 545 ccm Inhalt hat auf der einen Endfläche drei Aufsätze. Der mittlere  $b$  besteht aus einem durch einen Hahn verschließbaren Röhrchen, an dessen Ende ein Kollodumballon von  $\frac{3}{4}$  l Inhalt oder ein Gummiballon mit einem Faden luftdicht befestigt werden kann. Der zweite Aufsatz  $c$  ist ein kleines Manometer und der dritte  $d$  ein Dunlopventil. Vermittelt einer Fahrradluftpumpe kann die Luft in dem Kessel verdichtet werden; der Grad der Verdichtung ist am Manometer abzulesen.

Über den Rand der anderen Endfläche greift ein abnehmbarer Bügel  $e$ , der zum Aufhängen des Kessels an dem Wagebalken einer empfindlichen Wage dient.

1. Versuch mit dem Kollodiumballon. Man hängt den Luftkessel an das eine Ende des Wagebalkens (Fig. 2) und legt auf die Wagschale am anderen Ende soviel Gewichte, bis Gleichgewicht vorhanden ist. Bequem ist es, wenn man, wie in der Figur dargestellt ist, ein passendes Gegengewicht zur Verfügung hat. Nun pumpt man durch eine bestimmte Anzahl Stöße der Luftpumpe (etwa 13) 0,6 g Luft in den Kessel und legt 0,6 g auf die Wagschale. Die Wage zeigt keinen Ausschlag. Wenn man den Hahn umdreht, dringt die Luft aus dem Kessel in den Ballon, der sich aufbläht, ohne sich zu spannen. In dem Maße, als der Ballon sein Volumen vergrößert, wird sein Auftrieb größer (Fig. 3). Die Wage zeigt einen bedeutenden Ausschlag und kommt ins Gleichgewicht, wenn die 0,6 g von der Wagschale fortgenommen werden. Der Gewichtsverlust ist also gleich dem Gewicht der Luft, die im zweiten Falle mehr verdrängt wurde als im ersten. Nach Beendigung des Versuches wird das Ventil gelüftet und durch Andrücken mit den Handflächen die Luft aus dem Kollodiumballon langsam entfernt. Ist der Ballon leer, so wird das Ventil sorgfältig zugeschraubt, und der Apparat ist für einen neuen Versuch fertig.

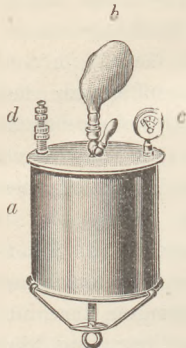


Fig. 1.

2. Versuch mit dem Gummiballon. Wird statt des Kollodiumballons einer der Gummiballons, welche auf Jahrmärkten mit Wasserstoff gefüllt als Luftballons feilgehalten werden, an dem Ansatz *b* luftdicht befestigt, so spannt sich der Ballon zu einer Kugel. Der Gewichtsverlust ist dann unter sonst gleichen Verhältnissen ein wenig geringer als beim Versuch mit dem Kollodiumballon, weil die Luft im Gummiballon durch die Elastizität des Gummis zusammengedrückt wird. Bei 20° und 760 mm Barometerstand wurden durch 18 Stöße 0,72 g Luft in den Kessel gepumpt, der Gewichtsverlust betrug (0,72—0,045) g, woraus sich eine Oberflächenspannung des Ballons gleich dem Druck von etwa 26 mm Quecksilber ergab.

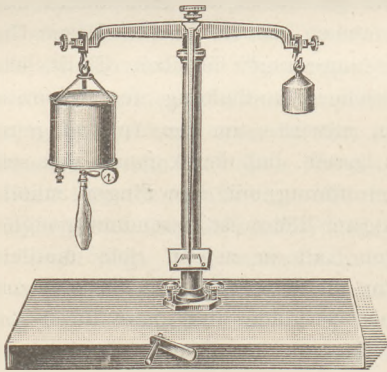


Fig. 2.

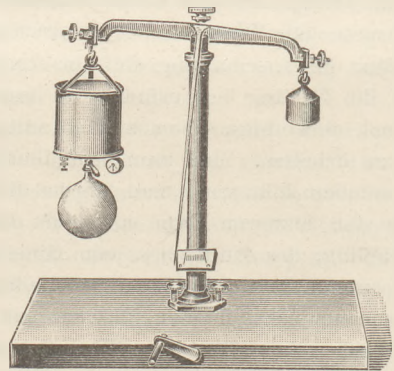


Fig. 3.

3. Versuch mit einer Seifenblase. An dem Ansatz *b* wird mit einem Gummiröhr ein kleiner Glstrichter befestigt. Nachdem die Luft in dem Kessel verdichtet und das Gewicht der eingepumpten Luft bestimmt ist, wird der Rand des Trichters in eine gute Seifenlösung getaucht, so daß eine Blase mit einem nicht zu großen Nährtropfen an ihm haftet. Nun wird nochmals tariert und der Hahn vorsichtig gedreht. Der Kessel bläst eine Seifenblase, und der Gewichtsverlust wird größer und größer. Auch in diesem Falle ist der Gewichtsverlust geringer als bei dem Versuche 1. Bei 21° und 746 mm Barometerstand wurden 0,605 g Luft in den Kessel von 545 ccm Inhalt gepumpt. Der Gewichtsverlust betrug (0,605—0,007) g. Hieraus ergab sich eine Oberflächenspannung der Seifenblase gleich dem Druck einer Quecksilbersäule von etwa 4 mm.

Der Apparat ist zu Schülerübungen geeignet. Die Firma Franz Hugershoff in Leipzig, der die Allein-Anfertigung und der Allein-Vertrieb übergeben ist, liefert den Apparat für 15 M.

## Zwei Versuche über das Schweben kleiner Körper in der Luft.

Von Dr. E. Giltay in Wageningen (Holland).

1. Ich stelle zwei Bunsenbrenner in z. B.  $1\frac{1}{2}$  m Entfernung voneinander; es ist gut, wenn der eine ein vielfacher Brenner ist, also eine recht große Flamme hat. Den kleineren Brenner stelle ich auf ein Blatt Asbestpappe und lasse dann beide mit blauer Flamme brennen.

Ich mache nun das Zimmer dunkel, lasse die Hörer z. B. während einer Minute nach der großen Flamme sehen, damit sie wissen, wie dieselbe im Dunkeln aussieht. Ich nehme dann feinstes Eisen des Handels („Ferrum limatum pulverisatum subtilissimum“, bezogen von E. Mercks chemischer Fabrik in Darmstadt) und streue 10–20 ccm des Pulvers aus etwa Armhöhe langsam in die Flamme des kleinsten Brenners. Wegen der geringen Größe der Eisenteilchen verbrennen sie sofort und bilden einen schönen Feuerregen. Ich bleibe bei der kleinen Flamme stehen und warte; nach sehr kurzer Zeit ( $\frac{1}{2}$ –1 Minute oder noch weniger) zeigen sich nun auch in der großen Flamme fast fortwährend die verbrennenden Eisenteilchen. Wenn man die große Flamme durch einen genügend langen Schlauch speist, so kann man auf diese Weise auch leicht zeigen, daß überall in der Zimmerluft (sogar an der Decke) sich Eisenteilchen vorfinden (spezifisches Gewicht des Eisens nahezu 8, oder, mit Luft verglichen, ca. 6000!). Man überläßt das Weiterbefördern des Brenners den Hörern, denn der Experimentator hat natürlich das Eisen auch auf die Kleider bekommen und könnte daher selbst dieses Metall der Flamme zuführen.

2. Ich fülle vier Erlenmeyersche Kochflaschen bis ein paar Zentimeter über dem Boden mit kristallisiertem Natriumhyposulfit, schließe die Hälse mit ziemlich dichten Wattedropfen und stelle die Flaschen in den Kochschen Dampftopf (oder auf ein Drahtnetz etwas oberhalb des Bodens in einen gewöhnlichen Topf, in den etwas Wasser gebracht ist). Ich lasse die Flaschen etwa eine halbe Stunde hierin stehen, fortwährend von heißem Dampf umströmt, so daß sie durch und durch ca.  $100^{\circ}$  angenommen haben.

Das Salz ist inzwischen geschmolzen und bleibt bekanntlich sehr lange in diesem Zustande. Daß es, um flüssig zu bleiben, ruhig gehalten werden muß, ist wenigstens für die hier befolgte Versuchsanordnung, wobei der ganze Inhalt der Flasche durchwärmt wird, eine Fabel; auch bei starkem Schütteln habe ich niemals ein Auskristallisieren gesehen. (Gewöhnlich wird auch angegeben, daß die Flüssigkeit zur Kristallisation gebracht wird durch Reibung der Glaswand mit einem Glasstab. Ich bezweifle dies; wenigstens habe ich es mehrmals auch bei sehr kräftigem Reiben vergebens versucht. Ich sorgte aber dafür, daß während des Reibens keine Kriställchen aus der Luft in die Flüssigkeit fallen konnten, indem ich schon vor dem Schmelzen des Salzes den Stab in die Flasche steckte und den Raum zwischen Stab und Hals mit Watte ausfüllte.)

Ich stelle nun weiterhin drei dieser Flaschen nahe zusammen auf den Experimentiertisch, nehme die Wattedropfen weg und überdecke die Flaschen mit einem umgekehrten Zylinderglas, auf welches ich oben die vierte Flasche stelle, nachdem gleichfalls der Wattedropf weggenommen ist. Wenn in dem Raum in der letzten Zeit keine Versuche mit Natriumhyposulfit angestellt wurden, bleibt der Inhalt der Flaschen währenddem gewöhnlich flüssig.

Ich warte nun z. B. fünf Minuten und kann auch während dieser Zeit fast immer konstatieren, daß die Flüssigkeit nicht kristallisiert. Im voraus wurde etwas von demselben Salz möglichst fein in einem Mörser verrieben, und zwar zusammen mit etwas Weizenmehl, welche Mischung in einen gewöhnlichen Pulverbläser (Insektenspritze) gebracht wurde. In den Ecken des Zimmers blase ich nun eine Wolke des Pulvers in die Luft. Nach kurzer Zeit (z. B. nach einer Minute) beginnt jetzt die Kristallisation in der unbedeckten Flasche; ich weise darauf hin, daß dies begreiflicherweise immer an der Oberfläche der Flüssigkeit anfängt und ungefähr vertikal unter dem Halse. (Natürlich kann man letzteres mit Flaschen von relativ größerer Bodenfläche noch deutlicher machen. Hierzu habe ich die Sorte ver-

wendet, die in der Bakteriologie zur Kultur in dünner Flüssigkeitsschicht gebraucht wird, die sogen. Gayonsche Flasche, z. B. zu beziehen von Dr. Rohrbeck in Berlin. Bei einem größeren Format derselben hat der Boden einen Durchmesser von 20, der Hals von 1,5 cm.) Die drei bedeckt stehenden Flaschen bleiben jedoch inzwischen vollkommen klar; nach einigen weiteren Minuten nehme ich dann das bedeckende Glas fort, und nun beginnt auch in diesen dreien alsbald die Kristallisation. —

Die beschriebenen Versuche führe ich bei der Besprechung der Luftübertragung von Organismenkeimen vor; bekanntlich gehört nicht das Prinzip, nur die Form der Ausführung mir an.

### Für die Praxis.

Eine Neuerung beim Tesla-Instrumentarium. Von Paul Weyland in Berlin. Zur Demonstration der Wechsel- und Drehströme wird häufig in Verbindung mit einem Pachytropen das sogen. Tesla-Instrumentarium gebraucht. Einer der verschiedenen ausführbaren Versuche ist nun der, daß man in den bewickelten Eisenring einen bewickelten, in sich kurz geschlossenen zweiten Eisenring hineinbringt, welcher bei Intätigkeitsetzung des Pachytropen zu rotieren beginnt. Sobald man nun den Pachytropen anhält, das Element aber noch nicht abnimmt, wird sich der innere Eisenring so orientieren, daß seine vier Speichen mit den vier eisernen Verdickungen des äußeren Ringes konform stehen, d. h. ihre Verlängerung geht stets durch die vier eisernen Absätze hindurch. Dieser Umstand läßt es möglich erscheinen, daß den Schülern bei der Vorführung dieses Instrumentariums falsche Vorstellungen erweckt werden, insofern als durch dieses Einstellen der Eindruck hervorgerufen wird, als hinge die ganze Wirkung von den vier Speichen resp. Eisenabsätzen ab. In Wirklichkeit beruht sie doch aber auf den bekannten Vorgängen im Drehstromanker.

Zur Beseitigung dieses Übelstandes schlage ich vor, daß die vier Speichen nicht aus Eisen, sondern aus einem anderen Metalle, auf welches die stärkere magnetische Wirkung der Eisenverdickungen keinen Einfluß hat, also als nächstliegendes aus Messing angefertigt werden. Alsdann ist die Eisenmasse im Anker richtig verteilt, und er orientiert sich nicht mehr nach den Eisenabsätzen, sondern, wie es richtig ist, nach den Wickelungen.

Explosion einer mit flüssiger  $\text{SO}_2$  gefüllten Glasröhre. Von Dr. A. H. Borgesius in Haag. Das von WEINHOLD (*Phys. Dem.*, 3. Aufl., S. 503, Fig. 345) als sicher empfohlene kleine, mit flüssigem Schwefeldioxyd gefüllte Glasröhrchen für die Demonstration des kritischen Zustandes gilt allgemein als gefahrlos, auch ich habe schon manches Mal den Versuch damit demonstriert und dachte an keine Gefahr mehr. Doch explodierte hier kürzlich ein solches Röhrchen, welches schon mehrere Male die Probe bestanden hatte, ganz unerwarteterweise, gleich nachdem die kritische Temperatur erreicht war.

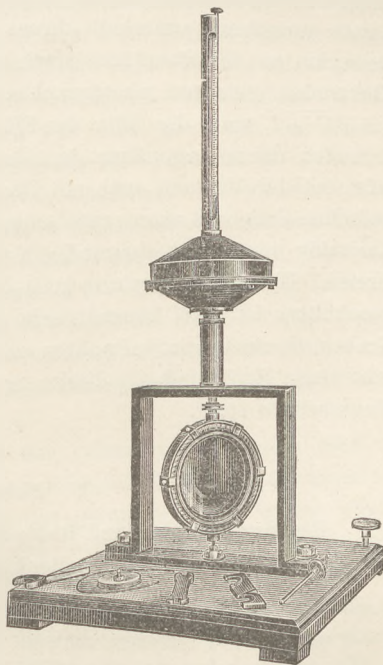
Durch glücklichen Zufall hatte ich, in diesem doppelt kritischen Momente, der kleinen Bombe gerade den Rücken zugekehrt, würde aber, wenn die Explosion einige Sekunden früher, als ich dieselbe noch aus ziemlicher Nähe betrachtete, stattgefunden hätte, vielleicht vom Tageslicht nicht viel mehr gesehen haben. Das heiße Paraffin und das fast zu Staub vermahlene Glas des ihn enthaltenden Reagirrohres hatten Kondensorlinse und Objektiv des Projektionsapparates mit einer gleichmäßigen weißen Lage bedeckt; das kleine Röhrchen selbst war in etliche größere Stücke, welche ganz in der Nähe auf dem Tische lagen, zersprungen.

Aus der Lage der Überreste und dem schwachen Knall der Explosion war deutlich zu erkennen, daß man den Versuch ohne jede Gefahr machen kann, wenn nur eine nicht allzudünne Glasscheibe zwischen den Apparat und die Augen des Experimentators gestellt wird.

## Berichte.

### 1. Apparate und Versuche.

**Ein Umlaufzähler.** Von Prof. K. BRUNO. Im vorigen Heft (S. 299) ist bereits über eine Vorrichtung zur Demonstration der Fliehkraftgesetze von demselben Verfasser nach den *Vierteljahrsberichten des Wiener Vereins zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts* (X 4; 1905) berichtet worden. Ebenda beschreibt der Verfasser eine praktische Anwendung seiner Vorrichtung zur Messung von Umdrehungsgeschwindigkeiten. Man hat nur nötig, auf die eine Achse eine Glasröhre mit entsprechender Einteilung aufzusetzen. Die Figur zeigt einen solchen Umlaufzähler mit Quecksilberfüllung, mit dem man alle Umlaufgeschwindigkeiten bis zu 3500 Umdrehungen in der Minute beobachten kann. Es unterliegt aber keinem Anstande, die Vorrichtung auch zur Beobachtung von 10 000 Umdrehungen in der Minute und darüber einzurichten, man braucht nur den Deckel entsprechend zu wählen und hat auch sonst noch eine ganze Reihe von Bestimmungsgrößen, über die man passend verfügen kann. Die Vorteile dieses Umlaufzählers sind folgende: Er zeigt seine augenblickliche Umlaufgeschwindigkeit unmittelbar an. Ändert sich diese, so zeigt er sofort ihren neuen Wert an, weil in ihm nur eine ganz geringfügige Massenverschiebung einzutreten hat, hierfür aber sehr bedeutende Kräfte in Betracht kommen. Er gestattet unmittelbar, ohne Anwendung von Räderübersetzungen, die Beobachtung der verschiedensten Umlaufgeschwindigkeiten. Die Einteilung kann man theoretisch berechnen und mit der Stimmgabel und der stroboskopischen Scheibe genau überprüfen, so daß man ihr einen hohen Grad von Genauigkeit geben kann. Durch Momentaufnahmen der Vorrichtung auf der photographischen Platte kann man also bei wissenschaftlichen Untersuchungen die augenblickliche Umlaufgeschwindigkeit mit großer Genauigkeit festlegen. Dieser Umlaufzähler ist auch leicht zu überwachen, da man an seinem Deckel im Zustande der Ruhe einen Stab befestigen und so mittels Schnur und Rolle die elastische Durchbiegung des Deckels jederzeit leicht überprüfen kann. Über die Genauigkeitsgrenze der mit dem Apparat ausführbaren Messungen macht der Verfasser keine bestimmten Angaben.



Der Umlaufzähler kann für K 180, die im vorigen Heft beschriebene Vorrichtung für K 360 durch Prof. K. Bruno, Wien IV/2, Wiedner Gürtel 56, bezogen werden.

**Das Saitengalvanometer.** Das in dieser Ztschr. (XVII 101) beschriebene, von Einthoven konstruierte Saitengalvanometer ist ziemlich kompliziert und infolge seines großen Gewichts von 78 kg wenig handlich und auch zu kostspielig. Statt dessen hat M. EDELMANN ein kleineres angefertigt, das die gleichen Vorzüge hat, aber viel leichter und billiger ist (*Phys. Zeitschr.* 1906, S. 115). Es besitzt zwei kräftige permanente Magnete und einen versilberten Quarzfaden von 65 mm Länge und 0,003 mm Dicke; bei 128 facher Vergrößerung gibt ein Strom von  $8 \cdot 10^{-10}$  Amp. einen Ausschlag von 1 mm. Das Gewicht des Apparats inklusive Mikroskop beträgt nur 2,25 kg. Ein Silberdraht von 0,022 mm Dicke ergab eine Empfindlichkeit von  $1 \text{ mm} = \text{ca. } 10^{-5}$  Amp.; diese reichte völlig aus zur Messung kurz dauernder Stromstöße, zur Registrierung von Mikrofonströmen, u. a. auch von Herztönen. Wegen seiner Störungs- und Erschütterungsfreiheit dürfte das Instrument sich hauptsächlich auch bei Messungen auf See eignen. Durch Projektion der Saitenbewegung auf einem, auf einer

Trommel vorbei bewegten, lichtempfindlichen Papierstreifen läßt sich jede Stromkurve photographisch registrieren. In der Originalabhandlung ist eine Anzahl dieser sehr genauen und deutlichen Kurven reproduziert. *Schk.*

**Einen einfachen Versuch zur Totalreflexion** beschreibt K. PRZIBRAM in der *Naturw. Rdsch.* (1906, S. 273). Eine flache weiße Porzellanschale wird etwa 1 cm hoch mit Glycerin, Olivenöl oder einer anderen schlecht leitenden Flüssigkeit gefüllt. Läßt man in dieser unmittelbar über dem Boden zwischen den Draht-Elektroden eines Induktoriums einen 1 mm langen Funken überspringen, so sieht man ihn von einer dunklen Kreisfläche mit scharfem Rande umgeben; außerhalb dieses dunklen Kreises ist der Boden der Schale durch totale Reflexion an der Oberfläche stark beleuchtet. Die Erscheinung läßt sich auf einer unter die Elektroden gelegten photographischen Platte fixieren. Der Radius  $r$  des Kreises ist  $r = 2h/\sqrt{n^2 - 1}$ , wo  $h$  die Höhe der Flüssigkeitsschicht,  $n$  der Brechungsindex ist; der letztere läßt sich daher angenähert bestimmen. Mit dünnen, zugespitzten Blechen als Elektroden läßt sich der Versuch auch mit Glas ausführen; der Funke springt dann in der Luftschicht zwischen Glas und photographischer Platte über. Man erhält hier einen schmalen, leuchtenden Kreisring oder durch abermalige Totalreflexion an jener Luftschicht ein System konzentrischer Kreise. Eine Kalkspatplatte statt des Glases gibt, wenn sie senkrecht zur optischen Achse geschnitten ist, zwei konzentrische Kreise, eine parallel der Achse geschnittene Platte einen Kreis und ein ihn in 4 Punkten schneidendes Oval; eine Platte parallel einer Spaltungsebene gibt einen Kreis und ein diesen umschließendes Oval, dessen längere Achse senkrecht zum Hauptschnitt steht. *Schk.*

## 2. Forschungen und Ergebnisse.

**Becquerelstrahlen und Radioaktivität.** 1. Der Wirkungsbereich der  $\alpha$ -Strahlen. Zur Charakterisierung der radioaktiven Substanzen hat sich die von RUTHERFORD gefundene

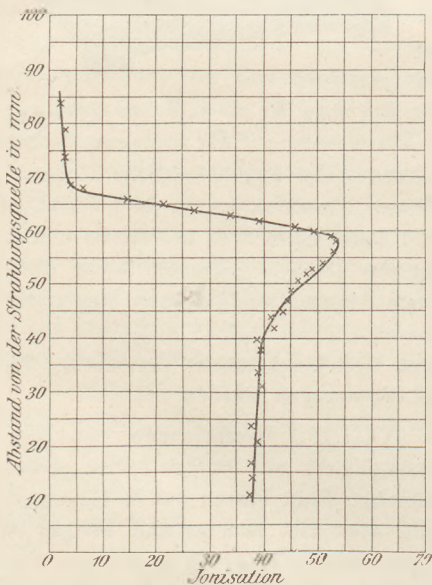


Fig. 1.

Eigentümlichkeit der  $\alpha$ -Strahlen, auf eine scharf bestimmbare Strecke hin ionisierend zu wirken, als sehr geeignet erwiesen (ds. Zeitschr. XIX 110). Bestimmt man die ionisierende Wirkung einer Substanz in verschiedenen Entfernungen von der Strahlungsquelle, so erhält man eine ganz charakteristische Kurve, welche die Beziehung der Ionisierung zu jener Entfernung darstellt. Fig. 1 gibt eine solche von McCLEUNG aufgenommene Kurve, in der die Absorption der  $\alpha$ -Strahlen durch Luft zum Ausdruck kommt (*Phil. Mag. Vol. 11, 131; 1906*). Als Strahlenquelle diente ein durch Radiumemanation aktivierter Kupferdraht. Die von dem aktivierten Draht kommenden Strahlen gingen durch eine elektrisch geladene Metallgaze und erzeugten zwischen dieser und einer gegenüberstehenden Platte einen Strom, der durch ein Elektrometer gemessen wurde. Die Ordinate der Kurve gibt die Entfernung der Strahlenquelle von der Metallgaze in Millimetern, die Abszisse die Elektrometere Ablenkung pro Sekunde. Man sieht bis zu 4 cm Entfernung eine nur geringe Zunahme der Ionisierung, dann plötzlich eine rasche Steigerung, bei 5,8 cm ein ausgeprägtes Maximum, dem bis 6,8 cm eine sehr rasche Abnahme folgt; von da ab hört die ionisierende Wirkung ganz auf, da der noch übrige Teil der Kurve auf  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlen zu schieben ist. Das Maximum beweist, daß die  $\alpha$ -Teilchen in einer bestimmten Entfernung am stärksten ionisierend wirken. Bringt man zwischen Strahlenquelle

und Metallgaze Aluminiumblättchen von je 0,0031 mm Dicke, so erhält man Kurven von ganz derselben Gestalt, nur sind sie gegen die in Luft aufgenommene Kurve nach der Richtung der kleineren Ordinaten hin verschoben. Alle Kurven haben die beiden charakteristischen Punkte, den Punkt der maximalen Ionisierung und den Punkt, bei dem die Ionisierung aufhört. Da 2 Aluminiumschichten den Wirkungsbereich der  $\alpha$ -Strahlen von 6,8 cm (in Luft allein) auf 5,8 cm herabsetzten, so absorbiert eine Luftschicht von 1 cm Dicke ebensoviel Strahlen wie zwei Aluminiumblättchen von je 0,0031 cm Dicke.

Die eben beschriebene Methode benutzte O. HAHN zur Untersuchung der  $\alpha$ -Strahlung des von ihm zuerst aus dem Ceylonmineral Thorianit abgeschiedenen Radiothorium, das als Umwandlungsprodukt des Thoriums wahrscheinlich in der Mitte liegt zwischen diesem und dem Thorium X (*Phys. Zeitschr.* 1906, S. 412 und 456; *Phil. Mag.* Vol. 11, 793; Vol. 12, 82 (1906)). Das Radiothorium ist viel aktiver als das Thorium und entwickelt das Thorium X, eine Emanation und einen „aktiven Beschlag“ (diesen Namen will Verf. an Stelle des Namens „induzierte Aktivität“ setzen). Ebenso wie vorhin wurden auch hier zunächst die  $\alpha$ -Strahlen des an einem geladenen Kupferdraht gebildeten „aktiven Beschlags“ untersucht. HAHN bestimmte die Entfernung, bis zu der das Szintillieren eines Zinksulfidschirms gerade noch zu sehen war, und fand diese gleich 8,3 cm. Da diese Entfernung bei den mit Radium C angestellten Ionisierungsversuchen nur 6,8 cm betrug, so wären die  $\alpha$ -Strahlen dieses Thoriumprodukts noch durchdringender als die durchdringendsten  $\alpha$ -Strahlen des Radiums. Aluminiumschichten zeigten dieselbe Absorptionsfähigkeit für die  $\alpha$ -Strahlen des Radiothoriumbeschlags, als sie für das Radium gefunden waren, indem ein Aluminiumblättchen von 0,0031 cm Dicke ebenso stark absorbierte wie 0,58 cm Luft.

Genaueren Aufschluß über den Wirkungsbereich der  $\alpha$ -Strahlen gab auch hier die elektrische Methode. HAHN bestimmte ebenso wie MC CLUNG die Stärke des Sättigungsstroms bei verschiedenen Entfernungen der Strahlenquelle von der geladenen Metallgaze. Die so erhaltene Kurve ist in Fig. 2 dargestellt. Man sieht, daß — wie auch die Szintillationsmethode zeigte — die Ionisierung bei 8,6 cm Entfernung beginnt; sie wächst rasch bei weiterer Annäherung, erreicht bei 6,8 cm ein Maximum und nimmt bis 5 cm wieder ab. Eine Fortsetzung der Kurve BC bis D würde durchaus der bei Radium gefundenen Kurve entsprechen. Statt dessen wendet sich die Kurve aber von C nach E, d. h. die Ionisierung nimmt nun wieder zu, erreicht bei 44 cm ein zweites Maximum, um dann nach F hin zu fallen. Das kann nur so erklärt werden, daß in 5 cm Entfernung eine zweite weniger durchdringende Gruppe von  $\alpha$ -Strahlen ihre Wirkung beginnt, die bei weiterer Annäherung durch die Kurve CEF dargestellt wird. Da die durch GD dargestellte Ionisierung etwa der von DF gleich ist, so wird etwa die gleiche Anzahl  $\alpha$ -Teilchen beider Arten in der Sekunde ausgesandt werden. Der „aktive Beschlag“ des Thoriums enthält also zwei  $\alpha$ -Strahlenprodukte, von denen das eine als Thorium B, das andere als Thorium C zu bezeichnen wäre. Das Thorium C wird im Vergleich zum Thorium B sehr schnell umgewandelt. Beide Stoffe zu trennen war noch nicht möglich. Es konnte daher auch noch nicht entschieden werden, welche der beiden Strahlengruppen dem Thorium C zuzuschreiben ist.

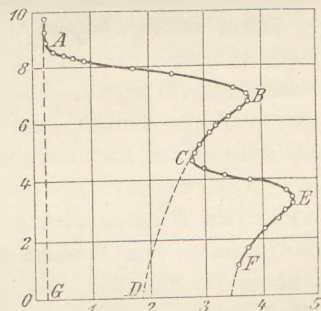


Fig. 2.

Gingen die  $\alpha$ -Strahlen durch eine 0,018 mm dicke Glimmerplatte — deren Absorption gleich der von 2 cm Luft war — so erhielt man dieselbe Kurve; nur waren alle Ordinaten um 2 cm nach unten verschoben. — Im magnetischen und elektrischen Felde wurden die  $\alpha$ -Strahlen des „aktiven Beschlags“ von Thorium etwa ebenso stark abgelenkt wie die  $\alpha$ -Teilchen des Radiums C, die weniger durchdringenden Strahlen stärker als die anderen. Da der Betrag der Ablenkung der Thorium C-Strahlen nach ihrem Durchgang durch den dünnen Glimmerschirm etwa 20 Proz. geringer war als für die Strahlen des Radiums C, so

ist anzunehmen, daß die  $\alpha$ -Teilchen von 8,6 cm Durchdringungskraft mit größerer Geschwindigkeit ausgesandt werden als die des Radiums  $C$ , dessen Strahlen in Luft ja auch nur 6,8 cm Durchdringungsvermögen haben.

Ebenso wie bei dem „aktiven Beschlag“ kann man auch den Ionisierungsbereich der anderen  $\alpha$ -Strahlenprodukte (Radiothorium, Thorium  $X$ , Emanation) bestimmen. Um die Wirkung der beiden ersten rein zu erhalten, mußte die sich fortwährend bildende Emanation mit einer Wasserstrahlpumpe abgesogen werden; da dies noch nicht genügte, wurde die Strahlungsquelle durch eine Glimmerplatte luftdicht abgeschlossen und die vorher bestimmte Absorptionskonstante des Glimmers mit in Rechnung gesetzt. Beim reinen Radiothorium begann die Ionisierungswirkung bei 3,9 cm, nahm dann schnell zu, erreichte ein Maximum und nahm mit abnehmender Entfernung von der Strahlenquelle allmählich ab. Das Thorium  $X$  wurde aus dem Radiothorium durch Fällen mit Ammoniak gewonnen. Der Ionisierungsbereich der  $\alpha$ -Strahlen des Thoriums  $X$  reicht bis etwa 5,7 cm. Der Ionisierungsbereich der  $\alpha$ -Strahlen der Emanation wurde wieder mit der Szintillationsmethode bestimmt; es ergaben sich 5,2 cm.

Ähnliche Untersuchungen wie für das Thorium und seine Produkte stellte O. HAHN auch für das Aktinium und dessen Produkte an (*Phys. Ztschr.* 1906, S. 557; *Phil. Mag.* Vol. 12, S. 244 (1906).) Es wurden sowohl das von GIESEL zuerst „Emanium“ genannte Aktinium (Aktivität 300) als auch Aktinium von DEBIERNE (Aktivität 700) benutzt. Die Störung durch die Emanation bei den Untersuchungen machte sich noch mehr bemerkbar als beim Thorium und mußte durch einen luftdichten Glimmerschirm beseitigt werden. Zuerst wurde der „aktive Beschlag“ des Aktiniums an einem Kupferdraht gesammelt und der Wirkungsbereich der von ihm ausgehenden  $\alpha$ -Strahlen untersucht. Die Ionisierung durch die  $\alpha$ -Strahlen begann in der Entfernung von 5,5 cm, nahm sehr rasch zu, erreichte ein Maximum bei etwa 3,6 cm und nahm mit abnehmender Entfernung von der Strahlenquelle allmählich ab. Die erhaltene Kurve entsprach wieder der Figur 1, woraus hervorgeht, daß der „aktive Beschlag“ des Aktiniums ebenso wie Radium  $C$  nur ein einziges  $\alpha$ -Strahlenprodukt aussendet. Beim Aktinium  $X$  begann der Ionisierungsbereich bei etwa 6,55 cm. Ein dem Radiothorium entsprechendes neues Produkt ist das zwischen Aktinium und Aktinium  $X$  stehende Radioaktinium. Dieses sendet  $\alpha$ -Strahlen aus und zerfällt in etwa 20 Tagen auf den halben Wert. Die von ihm ausgesandten  $\alpha$ -Strahlen hatten einen Ionisierungsbereich von 4,8 cm. Ein Vergleich des Abfalls der  $\alpha$ -Strahlung bei Aktinium  $X$  und Radioaktinium ergab, daß die Ionisierung von Aktinium  $X$  exponential mit einer Periode von 10 Tagen abnahm, und nach 50 Tagen kaum noch eine Wirkung zu erkennen war, die Ionisierung von Radioaktinium dagegen noch nach Monaten deutlich und stark blieb. Die  $\alpha$ -Teilchen der Aktiniumemanation hatten einen Wirkungsbereich von 5,8 cm, die von Aktinium  $B$  einer solchen von 5,5 cm. Ein Vergleich der Wirkungsbereiche der  $\alpha$ -Teilchen der Produkte von Thorium und Aktinium lehrt, daß jene für Aktinium überall etwas größer sind als für Thorium, daß aber sonst die einzelnen Produkte der beiden Substanzen vollständig miteinander korrespondieren. In der Art des Atomzerfalls dürfte daher bei beiden eine nahe Beziehung bestehen. Dafür spricht auch, daß, wie LEVIN findet, ebenso wie beim Thorium auch nur von dem letzten Produkt des Aktiniums, dem Aktinium  $B$ ,  $\beta$ -Strahlen ausgesandt werden (*Phys. Ztschr.* 1906, S. 518). LEVIN untersuchte auch die  $\alpha$ -Strahlung des Poloniums und fand einen Ionisierungsbereich von 3,86 cm, d. i. nur wenig mehr als der Bereich der  $\alpha$ -Strahlen des Radiums selbst (3,5 cm).

2.  $\beta$ -,  $\gamma$ - und Sekundärstrahlen. Die positive Ladung der  $\alpha$ -Strahlen, welche J. J. Thomson und Rutherford zuerst nachwies (*d. Ztschr.* XIX 111), konnte nur dadurch beobachtet werden, daß die gleichzeitig immer mitauf tretenden  $\beta$ -Strahlen durch einen Magneten abgelenkt und unwirksam gemacht wurden. P. EVERS erweiterte die Thomson-Rutherford'schen Versuche und suchte namentlich die Geschwindigkeit und die spezifische Ladung ( $e/m$ ) der bei jenem Phänomen auftretenden negativen Korpuskeln zu bestimmen (*Phys. Ztschr.* 1906, S. 148). Zur Untersuchung dienten zwei Polonium-



(bezw. Radiotellur-) Präparate, die auf einem Kupferblech niedergeschlagen waren. Die Strahlen trafen auf eine gegenüberstehende Kupferplatte, die mit einem Elektrometer in Verbindung stand. Durch ein besonders eingerichtetes Diaphragma wurde bewirkt, daß nur Strahlen zu der Kupferplatte gelangten, die mindestens unter einem Winkel von  $55\frac{1}{3}^{\circ}$  gegen die Platte fortgeschleudert wurden. Die ganze Vorrichtung befand sich in hohem Vakuum. Das Elektrometer zeigte eine positive Ladung an, die sich bedeutend vergrößerte, sobald man zwischen beiden Platten ein Magnetfeld erzeugte. Es wurde nun bei verschiedenen Feldstärken die Größe der während 10 Minuten erfolgenden Aufladung des Elektrometers bestimmt. Dabei ergab sich, daß eine Feldintensität von 20 abs. Einheiten die Aufladegeschwindigkeit nicht mehr beeinflusste, daß also alle negativen Elektronen abgelenkt waren, und nur die positiven  $\alpha$ -Teilchen auf das Elektrometer wirkten. Die durch das Magnetfeld erfolgende Ablenkung der negativen Elektronen ließ sich durch ein elektrostatisches Feld von  $-135$  Volt gerade wieder aufheben, so daß die positive Ladung ebensogroß war wie ohne Magnetfeld. Aus den angeführten Daten läßt sich sowohl die Geschwindigkeit  $v$  der negativen Teilchen als auch ihre spezifische Ladung  $e/m$  berechnen. Der Verf. fand  $v = 3,25 \cdot 10^8$  cm/Sek.,  $e/m = 1,48 \cdot 10^7$  abs. Einh. Der letztere Wert stimmt mit den auf anderen Wegen erhaltenen Werten gut überein; der Wert von  $v$  zeigt, daß die Koruskeln den langsamen Kathodenstrahlen Lenhards nahestehen. Der Verf. berechnete ferner, daß 1 qcm des benutzten Poloniumpräparats in 1 Sek.  $5,1 \cdot 10^7$   $\alpha$ -Teilchen aussendet, d. i. nahezu die gleiche Anzahl, die nach Rutherford 1 mg Radium im Zustande seiner Minimalaktivität in 1 Sekunde aussendet.

Da die Absorption der  $\beta$ -Strahlen des Radiums in den Elementen sowohl vom spezifischen Gewicht als auch vom Atomgewicht abhängt, suchte V. J. LAINE für diese Beziehung eine Formel abzuleiten (*Phys. Ztschr.* 1906, S. 419). Ist  $\alpha$  der Absorptionskoeffizient,  $A$  das Atomgewicht,  $d$  das spezifische Gewicht des absorbierenden Elements, so fand er auf Grund einiger Annahmen über die Beziehungen zwischen Elektronen und Atomen, daß

$\alpha = \text{konst.} \cdot \sqrt[3]{Ad^2}$  sein müsse. Um die Gültigkeit dieser Formel zu prüfen, wurden Platten von Aluminium, Eisen, Zink, Kupfer, Zinn, Silber, Blei, Gold, Platin zu durchschnittlich 0,162 m Dicke ausgewalzt und die Absorptionskoeffizienten dieser Platten mit Hilfe einer photographischen Methode bestimmt. Die Metallplatten wurden als Kreissektoren ausgeschnitten und in dem Rand eines kreisförmigen Loches von 20 mm Durchmesser befestigt, wobei ein Sektor offen blieb. Über den Mittelpunkt dieses Metallplattenkreises wurde in etwa 10 mm Abstand die kleine Radiummenge gebracht, die sich an der Spitze des Zeigers eines Spinthariskops befand. Unter dem Metallplattenkreise befand sich zunächst ein Stanniolblatt (zur Abhaltung der  $\alpha$ - und Metallstrahlen), unter diesem die photographische Platte. Zur Auswertung der Belichtungsstärke wurde ein „photographischer Keil“ hergestellt; unter dem Mikroskop wurde die durch jede Metallplatte erfolgte Schwärzung der photographischen Platte mit der gleichdunklen Stelle des Keils verglichen. So erhielt man für jede Platte einen Intensitätswert  $J$  der durchgelassenen  $\beta$ -Strahlung. Ist  $J_0$  die Intensität ohne absorbierende Schicht, so ergibt sich der Absorptionskoeffizient  $\alpha$  aus der Formel  $J = J_0 \cdot e^{-\alpha d}$ , wo  $b$  die Dicke der absorbierenden Schicht in cm darstellt. Der Verfasser erhielt so bei Al  $\alpha = 24$ ,

$\alpha/\sqrt[3]{Ad^2} = 4,21$ ; die entsprechenden Zahlen waren bei Zn 63 und 4,23, bei Fe 63 und 4,20, Cu 72 und 4,21, Sn 78 und 4,22, Ag 96 und 4,21, Pb 127 und 4,26, Au 180 und 4,30, Pt 193 und 4,31. Die Übereinstimmung der Versuche mit der Formel ist also sehr gut.

Eine Messung der Aktivitätsstärke verschiedener Substanzen durch den Betrag der von ihnen ausgesandten  $\alpha$ - und  $\beta$ -Strahlen ist deshalb ungenau, weil dieser Betrag auch von der Dicke der radioaktiven Schicht abhängig ist. Bei Benutzung der  $\beta$ -Strahlen müssen die  $\alpha$ -Strahlen durch Aluminiumschirme abgeblendet werden; diese Schirme absorbieren aber wieder die  $\beta$ -Strahlen verschiedener Substanzen in verschiedenem Grade. Deshalb hält EVE die  $\gamma$ -Strahlen für besonders geeignet zur Messung der totalen Aktivität eines Körpers, da sie von diesem fast gar nicht absorbiert werden (*Phil. Mag.* Vol. 11, 586; 1906).

Der Verfasser untersuchte die entladende Wirkung der  $\gamma$ -Strahlen verschiedener Substanzen, nachdem sie durch eine Bleischicht von wechselnder Dicke hindurchgegangen waren. Es zeigte sich, daß Radium, Uraninit, Thorium und Radiothorium  $\gamma$ -Strahlen aussenden, die von Blei gleichstark absorbiert werden. Für Bleidicken zwischen 0,64 und 3,0 cm liegen die Werte des Absorptionskoeffizienten dieser Strahlen zwischen 0,57 und 0,46. Urannitrat sendet schwache und leicht absorbierbare, Aktinium sehr durchdringende  $\gamma$ -Strahlen aus. Als Maß für die in einer bestimmten Erzmenge enthaltene Quantität Radium oder Thor schlägt EVE die  $\gamma$ -Aktivität eines kg Thoriumnitrats vor, das in einem dünnen Glasgefäß von 16 cm Durchmesser eingeschlossen ist, und dessen  $\gamma$ -Strahlen durch eine 1 cm dicke Bleischicht — zur Ausschließung von Uran- und Aktiniumstrahlen — hindurchgingen.

Die durch Radium an einer anderen Substanz erzeugten Sekundärstrahlen rufen an Baryumplatincyanür starke Fluoreszenz hervor. K. SIEGL untersuchte diese Wirkung in der in Figur 3 angegebenen Weise (*Phys. Ztschr.* 1906, S. 106). *K* ist eine das Radium Ra enthaltende Bleikapsel, die auf der Unterseite des Baryumplatincyanürschirms befestigt ist. Eine schwarze Papierscheibe *P* dient zur Beseitigung des durch das Radium erzeugten direkten Fluoreszenzlichts. Unter dem Leuchtschirm werden auf einem Brette

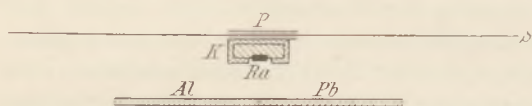


Fig. 3.

die zu prüfenden Substanzen am besten in 1–2 cm Entfernung angebracht. Es wurde die Sekundärstrahlung untersucht bei Holz — Aluminium, Ebonit, Glas — Eisen, Nickel, Kupfer, Zink — Silber, Zinn — Platin, Gold, Quecksilber, Blei. Am schwächsten strahlte

Holz, am stärksten Blei. Die Sekundärstrahlung wuchs nicht mit der Dichte, sondern mit dem Atomgewicht. Dieselbe Beobachtung hatte Barkla bei der durch Röntgenstrahlen veranlaßten Sekundärstrahlung gemacht (*d. Ztschr.* XVII 170). — Die Fluoreszenzintensität hing auch von der Dicke der strahlenden Platten ab; man bemerkte ein stetiges Anwachsen der Fluoreszenz, wenn man zu einem Stanniolblatt von 0,02 mm Dicke allmählich bis zu 50 Stanniolblätter übereinander legte. Ein in den Gang der Primärstrahlen eingeschaltetes Hartgummiplättchen brachte eine Schwächung der Fluoreszenzintensität der Sekundärstrahlen hervor, die aber bei Aluminium größer war als bei Blei. Daraus würde folgen, daß die Sekundärstrahlen des Aluminiums durch stärker absorbierbare  $\beta$ -Strahlen erregt werden als die des Bleis. Dagegen schienen die Sekundärstrahlen aller Körper gleiche Durchdringungsfähigkeit zu besitzen.

3. Andere Eigenschaften der Becquerelstrahlen. Bei einer erneuten spektroskopischen Untersuchung des von Radium und Polonium in Stickstoff erregten Eigenlichts (*d. Ztschr.* XIX 179) stellte B. WALTER fest, daß das Spektrum des vom Radium erregten Stickstofflichtes mehr mit dem Spektrum des negativen, das Spektrum des vom Polonium erregten Stickstofflichtes dagegen mehr mit dem Spektrum des positiven Lichtes einer mit verdünnter Luft gefüllten Geißlerschen Röhre übereinstimmt.

Verschiedene Substanzen werden durch Radiumstrahlen gefärbt: Glas wird braun bzw. violett, Chlornatrium graubraun, Chlorkalium bräunlich oder gelb. Wie MIETHE ferner feststellte, ändern auch eine große Anzahl Edelsteine durch kürzere oder längere Bestrahlung mit stark radioaktiven Präparaten ihre Färbung (*Ann. der Physik* 19, 633; 1906). Zu den Versuchen dienten zwei Präparate, die 30 bzw. 60 mg reines Radiumbromid enthielten. Ein farbloser Diamant aus Borneo wurde nach 14tägiger Bestrahlung zitronengelb; die Färbung konnte durch Erhitzen verringert, aber nicht völlig entfernt werden. Ein hellblauer Saphir aus Ceylon wandelte sich durch grün in hellgelb um und wurde nach 14 Tagen dunkelgelb; durch Erhitzen wurde er farblos und beim Abkühlen wieder hellgelb. Andere Korunde zeigten nur schwache bzw. gar keine Farbenänderung. Ein dunkelgrüner Smaragd wurde durch Bestrahlung hellgrün. Ein farbloser Topas färbte sich hellgelb, ein rosa Topas orange. Zwei an einem Ende rosa bzw. hellgrün gefärbte, sonst farblose Turmaline wurden durchgeschnitten und an den farblosen Schnittflächen

bestrahlt: die erste wurde rosenrot, die zweite dunkelgrün. Farblose Bergkristalle färbten sich bei langer Bestrahlung grau oder blaugrau, ein Rauchquarz wurde gelblichbraun, ein goldgelber Citrin wurde rauchgrau. Die Quarze erhalten durch Erwärmung ihre ursprüngliche Färbung wieder.

Untersuchungen, die BERTHELOT über die Färbung einiger Mineralien anstelle, führten zu der Erklärung, daß diese Färbung auf einem Gehalt an Manganoxyd beruht (*C. R. CXLIII, 477; 1906*). Amethyste, die auf  $300^{\circ}$  erwärmt wurden, verloren die Färbung, indem das Mangan sich entoxydierte. Bestrahlung mit Radium bewirkte erneute Oxydierung und Färbung, mußte aber zu vollem Erfolge wochenlang fortgesetzt werden. Auch violetter Flußspat, der durch Erhitzen entfärbt wurde, erhielt durch Radiumstrahlen seine Farbe wieder. Die natürliche Färbung beider Substanzen führt BERTHELOT auf die im Innern der Erde wirksamen Radiumstrahlen zurück. Auch die Färbung von Glas ist auf Manganoxyd zurückzuführen, daß sich unter dem Einflusse von Becquerelstrahlen bildet.

Eine Wirkung der Becquerelstrahlen auf das elektrische Leitvermögen des Wassers konnte F. KOHLRAUSCH feststellen (*Ann. d. Physik 20, 87; 1906*). Das Wasser war an der Luft destilliert und besaß ein Leitvermögen von  $10^{-6}$  Ohm  $^{-1}$  cm $^{-1}$ . Das Wasser befand sich in zwei Widerstandsfläschchen; die durchstrahlten Wasserschichten waren etwa 18 mm dick. Abwechselnd wurde je zwei Tage hindurch das eine und dann das andere Fläschchen den Strahlen eines dicht daneben gebrachten Radiumpräparats ausgesetzt. 24 stündige Bestrahlung vergrößerte das Leitvermögen durchschnittlich nur um etwa  $0,005 \cdot 10^{-6}$ , etwa  $0,2^{\circ}$  Temperaturänderung gleichwertig. Im Lauf der Versuche wurde die Zunahme kleiner, es trat eine Art „Ermüdung“ ein. Die Zahl der durch die Bestrahlung gebildeten Ionen ist ungeheuer klein. Daß diese nicht etwa aus der Luft stammten, wurde dadurch bewiesen, daß ein über die Radiumzelle und dann durch das Wasser geleiteter Luftstrom das Wasser nicht anders als gewöhnliche Luft beeinflusste. Ob die Ionen unmittelbar im Wasser entstehen, oder ob bei der Änderung des Leitvermögens die Glaswände mitwirken, ließ sich nicht entscheiden.

4. Die radioaktiven Stoffe und ihre Umwandlungen. Nach Rutherford macht die aktive Materie, die sich aus der Radiumemanation bildet, drei schnell vor sich gehende Umwandlungen durch, bei denen die vier Produkte Radium A, Radium B, Radium C und Radium D gebildet werden. Aus den eigentümlichen, bei der Umwandlung beobachteten Abklingungskurven schließt Rutherford, daß bei der Umwandlung von A in B nur  $\alpha$ -Strahlen, bei der Umwandlung von B in C gar keine Strahlen, und bei der letzten Umwandlung alle drei Strahlenarten ausgesandt werden. Nach einer Untersuchung von H. W. SCHMIDT gehen dagegen auch bei der Umwandlung von Ra B in Ra C Strahlen aus, die etwas durchdringender wie  $\alpha$ -Strahlen, aber viel weniger durchdringend sind als  $\beta$ -Strahlen (*Phys. Ztschr. 1905, S. 897*). Ionisationsversuche, die L. BRONSON anstellte, zeigten, daß hierbei  $\alpha$ -Strahlen von irgend welcher ionisierender Kraft nicht ausgesandt werden (*Phil. Mag. Vol. 11, 806; 1906*). Die Zeiten, in denen die Aktivitäten von B und C auf die Hälfte sinken, gibt BRONSON zu 26 bzw. 19 Minuten an. Fast die gleichen Zahlen (26,7 Min. bzw. 19,5 Min.) findet F. v. LERCH (*Ann. d. Physik 20, 345; 1906*). Derselbe konnte Radium C durch Cu und Ni sowie durch Elektrolyse mit geringer Stromdichte an einer blanken Pt-Kathode vom Radium B trennen.

Eine Übersicht der jetzt bekannten Thoriumprodukte, der Art der von ihnen ausgesandten Strahlen und der Zeit, in der das Produkt auf den halben Wert zerfällt, gibt O. HAHN. Hiernach hätte man: Thorium (strahlenlos,  $10^9$  Jahre) — Rhadiothorium ( $\alpha$ -Strahlen, Zeit unbekannt) — Thorium X ( $\alpha$ -Strahlen, 4 Tage) — Emanation ( $\alpha$ -Strahlen, 54 Sek.) — Thorium A (strahlenlos, 10,6 Stunden) — Thorium B ( $\alpha$ -Strahlen, 55 Min.) — Thorium C ( $\alpha, \beta, \gamma$ -Strahlen, wenige Sekunden). Daß das Radiothorium ein Umwandlungsprodukt des Thoriums selbst ist, findet H. M. DADOURIAN dadurch bestätigt, daß — wie aus seinen Versuchen hervorging — die in den Mineralien vorhandene Menge Radiothorium der Menge des darin enthaltenen Thoriums proportional ist (*Phys. Ztschr. 1906, S. 453*). Ebenso ist die

Menge der entwickelten Emanation der Menge der aufeinander folgenden Produkte Thorium, Radiothorium und Thorium X proportional, sobald sich diese im radioaktiven Gleichgewicht befinden. Die von HAHN noch nicht bestimmte Halbwertkonstante des Radiothoriums schätzt der Verf. auf wenigstens 2 Jahre. Nach Versuchen BOLTWOODS enthielten die gewöhnlichen käuflichen Thoriumsälze nur die Hälfte der dem vorhandenen Thorium entsprechenden Gleichgewichtsmenge Radiothorium (a. a. O. S. 482).

Eine Untersuchung des aus einigen Quellsedimenten gewonnenen Radiothoriums stellten ELSTER und GEITEL an (*Phys. Zeitschr.* 1906, S. 445). Es war von besonderem Interesse, zu erfahren, wieviel mal eine gewonnene Radiothorabscheidung wirksamer sei als eine gleiche Gewichtsmenge eines analogen Thorpräparats. Als Vergleichssubstanz diente das Thoriumhydroxyd. Die Prüfung des Strahlungsvermögens geschah durch Ionisierung der Luft in einem geschlossenen Metallzylinder und wurde durch den Potentialabfall eines Zerstreuungskörpers gemessen. Das Thoriumhydroxyd ergab pro Gramm und Stunde einen Potentialabfall von 6104 Volt; diese Zahl wird als „Aktivität“ bezeichnet. Aus 75 Kilo Thermalschlamm von Bad Nauheim wurde von Giesel zunächst 1 g Radiobaryumbromid abgeschieden; der Rest enthielt Radiothor, aber in so geringer Menge, daß von seiner Abscheidung abgesehen werden mußte. Viel lohnender zeigte sich die Bearbeitung der Sedimente von Bad Kreuznach. Aus 20 kg Rohmaterial gewann Giesel zunächst zwei Gramm Radiumbromid, das eine „Aktivität“ von 60 000 besaß und lebhaft auf den Baryumplatincyanürschirm wirkte. In dem Rest wurde von den Verff. durch eine Reihe von Reaktionen die radioaktive Substanz angereichert und sodann von den noch vorhandenen Zusätzen von Radium und Aktinium befreit. Zuletzt erhielt man etwa 12 mg des reinen Radiothorpräparates. Spektralanalytisch untersucht zeigte es sich frei von Erdalkalimetallen; doch ist es wahrscheinlich mit Spuren edler Erden vergesellschaftet. Das Präparat besaß die „Aktivität“ von 321 000 Volt, war also etwa 52 mal so aktiv wie die gleiche Menge Thoriumhydroxyd. Ein Körnchen der Substanz, auf einen Zinksulfidschirm gelegt, erregte in der Nachbarschaft Szintillation. Die Kurve des Abfalls der induzierten Aktivität stimmte mit der des Thoriums überein.

In den gewöhnlichen Thorverbindungen ist ebenfalls Radiothorium enthalten; den Verf. gelang es, dieses aus Thoriumchlorid mittels Eisenoxyd abzuscheiden. Man gewann so ein Präparat, das die 12fache Aktivität des Ausgangsmaterials besaß. Das Radiothorium ist ein in der Erdschubstanz weit verbreiteter Körper; außer in der Bodenluft wird die sehr vergängliche Emanation selbst in der freien Atmosphäre gefunden. Aus Quellen und Sedimenten ist sie bekannt für Baden-Baden, Nauheim, Aix les Bains, Echaillon, Salins-Moutiers, Kreuznach, für zahlreiche Wasseradern im Simplontunnel sowie für einige Quellen im Großherzogtum Hessen. Auch der feine Schlamm, den das Rohpetroleum von Ölheim bei Peine aus der Tiefe mit sich heraufführt, verdankt seine Aktivität ausschließlich dem Radiothor.

Der von Marckwald als Radiotellur beschriebene radioaktive Stoff wurde von ihm als von dem Polonium verschieden erklärt, weil die Abnahme der Radioaktivität auf die Hälfte sich genau zu 139,6 Tagen bestimmen ließ, während die entsprechenden Bestimmungen bei Polonium sehr verschieden ausgefallen seien. Um diese Frage zu entscheiden, hat Frau CURIE erneute Versuche angestellt, die zu dem Ergebnis führten, daß die Zeitkonstante des Poloniums mit der des Radiotellurs durchaus übereinstimmt (*Phys. Zeitschr.* 1906, S. 146). Das in der üblichen Weise hergestellte Polonium wurde an einer dünnen Wismutschicht konzentriert, mit der Platinplatten auf elektrolytischem Wege überzogen worden waren. Die Radioaktivität dieser Platten wurde durch die Methode des Sättigungsstroms bestimmt. Ist  $J_0$  die ursprüngliche Strahlungsintensität einer Platte,  $J$  die Intensität nach einer Zeit  $t$  so ist  $J = J_0 \cdot e^{-at}$ . Wurde  $t$  in Tagen gemessen, so war die Konstante  $a = 0,00495$ ; die Abnahme auf die Hälfte erfolgte in 140 Tagen. Damit stehen aber die Marckwaldschen Zahlen ( $a = 0,00497$  bzw. 139,6 Tage) in guter Übereinstimmung. Den Curieschen Ausführungen gegenüber bleibt MARCKWALD bei seiner Ansicht, daß der

ursprünglich als „Polonium“ beschriebene Stoff in seinen chemischen Eigenschaften durchaus unbestimmt gewesen sei, während das „Radiotellur“ sich als eine der am besten charakterisierten radioaktiven Substanzen darstelle, die ihren chemischen Eigenschaften nach im periodischen System der Elemente auf dem oberhalb des Wismuths noch freien Platze (Atomgewicht 210) stehen dürfte (a. a. O. S. 369). Ferner übertrifft das „Radiotellur“ an Aktivität das stärkste Poloniumpräparat um das Tausendfache. Doch schlägt MARCKWALD selbst vor, auch seinem Präparat den Namen „Polonium“ zu geben. Nach Rutherford ist das Polonium identisch mit dem Radium  $F'$ , dem letzten radioaktiven Abbauprodukt des Radiums (d. Zeitschr. XIX 176). Das Zerfallprodukt des Poloniums ist inaktiv und dürfte sich im Laufe langer Zeiträume zu größeren Mengen angesammelt haben. Dann aber muß es ein bekanntes Element sein. Möglicherweise zerfällt es in Blei (oder auch Wismut) und Helium (vergl. Greinacher, *Naturw. Rdsch.* 1906, S. 456).

Eine genaue Bestimmung der Masse und Geschwindigkeit der  $\alpha$ -Teilchen durch RUTHERFORD führte zu dem Ergebnis, daß jene Masse für alle radioaktiven Stoffe (Uran, Radium, Aktinium, Thorium) dieselbe, die Geschwindigkeit dagegen verschieden ist (*Phil. Mag.* 12, 348 u. 371; 1906). Obwohl also Uran, Thor, Radium und Aktinium chemisch verschiedene Elemente sind, haben sie doch ein gleiches Umwandlungsprodukt. Das  $\alpha$ -Teilchen wäre hiernach eine der Grundeinheiten, aus denen sich die Atome jener Elemente aufbauen. Der Wert von  $e/m$  ist ebenfalls für alle  $\alpha$ -Teilchen derselbe, nämlich ungefähr  $= 5 \cdot 10^3$ , d. h. halb so groß als für das Wasserstoffion bei der Elektrolyse. Nimmt man an, daß das Heliumatom dieselbe Ladung besitzt wie ein Wasserstoffion, so wird  $e/m$  für Helium  $= 2,5 \cdot 10^3$ . Hiernach könnte das  $\alpha$ -Teilchen entweder ein Wasserstoffmolekül oder ein Heliumatom mit doppelter Ionen-H-Ladung oder ein halbes Heliumatom mit einfacher Ladung darstellen. Das Fehlen von Wasserstoff und das Vorhandensein von Helium in den radioaktiven Stoffen spricht für eine der beiden letztgenannten Erklärungen, von denen sich RUTHERFORD für die erste entscheidet. Bei dieser Annahme würde 1 g Radium  $3,1 \cdot 10^{10}$   $\alpha$ -Teilchen in der Sekunde aussenden und 0,4 ccm Emanation entwickeln, während im Jahr von 1 g Radium 0,11 ccm Helium erzeugt würden. Der Fergusonit enthält pro Gramm 1,81 ccm Helium und etwa 7 Proz. Uran, das sind 26 ccm Helium pro Gramm Uran. Aus diesen Zahlen erhält man unter der Annahme, daß 1 g Uran nur ein  $\alpha$ -Teilchen (gegenüber 5 Teilchen bei Radium im Gleichgewichtszustande) aussendet, daß 1 g Uran im Jahre  $6,3 \cdot 10^{-8}$  ccm Helium entwickelt. Geht diese Entwicklung konstant vor sich, so wären für 26 ccm Helium 400 Millionen Jahre nötig. Dieselbe Zahl erhielt RUTHERFORD für die aus Thorianit entwickelte Heliummenge. Sie wäre eine untere Grenze für das Alter einiger radioaktiven Mineralien bezw. der geologischen Schichten, in denen sie vorkommen.

Um über die Verteilung des Radiums in der Erdrinde einen Aufschluß zu gewinnen, bestimmte R. J. STRUTT den Gehalt der Gesteine an Radium, indem er aus einer Lösung des Gesteins die Emanation durch Kochen extrahierte und deren entladende Wirkung feststellte (*Proceed. of the Royal Soc.* Vol. 77, S. 472; *Naturw. Rdsch.* XXI 405 u. 570; 1906). Untersucht wurden 28 vulkanische und 17 sedimentäre Gesteine. Im Gramm des Gesteins fanden sich  $0,613 \cdot 10^{-12}$  bis  $9,56 \cdot 10^{-12}$  g Radium, im Durchschnitt etwa  $10^{-11}$  g Radium pro ccm Gestein; Granite besaßen das meiste, basische Gesteine das wenigste Radium. Aus den bekannten Werten der Wärmeerzeugung des Radiums, der Wärmeleitung der Gesteine der Erdrinde und des Temperaturgefälles in der Erde läßt sich berechnen, daß, unter Voraussetzung des Wärmegleichgewichts in der Erde, die durchschnittliche Menge des Radiums im Kubikzentimeter, die die gesamte Erdwärme zu decken vermag, nicht viel größer zu sein braucht als  $1,75 \cdot 10^{-13}$  g. Da aber alle oberflächlichen Gesteine viel mehr Radium — im Durchschnitt 50 bis 60 mal so viel — enthalten, so kann nicht mehr als  $\frac{1}{30}$  des Erdvolumens aus Stoff bestehen, der dem an der Oberfläche angetroffenen ähnlich ist. Dies gibt für die Gesteinsrinde eine Tiefe von 45 engl. Meilen (72 km). Unter der Annahme, daß die Wärme des Radiums in der ganzen Rinde dieselbe ist wie an der Oberfläche, berechnet STRUTT die Verteilung der Temperatur in der Erdrinde und findet sie am Boden der Rinde in der Tiefe

von  $7,25 \cdot 10^6$  cm = 1530°. Besteht der Mond aus ähnlichem Gestein wie die Erde, so müßte er 30 mal reicher an Radium sein wie diese; seine innere Temperatur müßte dann viel größer sein, und die starke Entwicklung der Vulkane auf dem Monde fände ihre Erklärung.

Eine Untersuchung der Asche und Lava des neuesten Vesuvausbruchs durch A. BECKER zeigte, daß deren Radioaktivität kleiner war als die der meisten Schichten der Erdoberfläche (*Ann. d. Physik* 20, 634; 1906). Eine Berechnung ergab, daß in 1 ccm Lava  $2 \cdot 10^{-11}$  g Radium enthalten war, d. i. dieselbe Menge, die Strutt als Durchschnitt für die von ihm untersuchten Gesteine gefunden hatte. Aus dem Temperaturgradienten und der Schmelztemperatur der Lava läßt sich die Tiefe, aus der die Lava stammt, auf etwa 30 km berechnen. Die hohe Temperatur im Innern des Vulkans läßt sich jedenfalls nicht auf eine Anhäufung radioaktiver Substanz zurückführen.

117 Quellen und 20 Quellsedimente im Großherzogtum Hessen und Nachbargebieten wurden von H. W. SCHMIDT und R. KURZ in bezug auf ihre radioaktiven Eigenschaften geprüft (*Phys. Zeitschr.* 1906, S. 209). Fast alles Quellwasser zeigte sich als Emanation mit sich führend — meistens Radium-, zuweilen auch Thoriumemanation. Eine Abhängigkeit des Emanationsgehalts von der Tiefe und Stärke der Quelle, der chemischen Beschaffenheit und Temperatur war nicht zu erkennen. In Übereinstimmung mit den Struttischen Beobachtungen zeigten sich Quellen aus Eruptivgesteinen stärker aktiv als Quellen aus Sedimentärgesteinen; am wenigsten aktiv waren Quellen aus Kalken und Sanden. Am stärksten aktiv sind die Heilquellen zu Nauheim, Münster a. St., Kreuznach, Soden; andererseits hatten aber auch Heilquellen wie die Sprudel in Nauheim und Vilbel, Bad Salzhausen, Bad Weilbach eine sehr geringe Aktivität. Die meisten radioaktiven Quellen befördern feste, radioaktive Substanzen an die Erdoberfläche.

Die Vermutung, daß die Heilwirkung vieler Quellen auf deren Gehalt an Emanation beruht, findet eine Stütze an Versuchen, die S. LOEWENTHAL an gesunden und kranken Menschen angestellt hat (*Phys. Zeitschr.* 1906, S. 563). Emanationshaltiges Wasser wurde den Versuchspersonen auf verschiedenen Wegen einverleibt; die Emanation konnte bei genügender Menge im Urin und in der Atemluft nachgewiesen werden. Bei gesunden Menschen zeigte sich keine Änderung ihres Befindens. Dagegen traten bei Kranken, die an chronischem Gelenkrheumatismus litten, nach Einverleibung der Emanation ausnahmslos vermehrte Schmerzen an den erkrankten Körperstellen auf, eine Erscheinung, die durchaus der bekannten, als günstiges Zeichen gedeuteten Bäderreaktion analog ist. Durch besondere Versuche wurde festgestellt, daß die Aufnahme der Emanation im Bade nicht durch die Haut, sondern nur durch die Atemorgane vor sich geht. *Schk.*

**Widerstandsänderung von Palladiumdrähten bei Wasserstoffokklusion.** Von F. FISCHER (*Ann. d. Physik*, 20, 503; 1906). Der Wasserstoff wurde dem Palladium elektrolytisch zugeführt. Die von dem Palladiumdraht als Kathode okkludierte Wasserstoffmenge wurde durch die in einer geeichten Bürette aufgefangene Menge Wasserstoff bestimmt, die ein anderes, mit dem ersten in Reihe geschaltetes Voltmeter entwickelte. Der Widerstand des Palladiumdrahtes wurde ohne Herausnahme desselben mit der Wheatstoneschen Brücke bestimmt. Der Widerstand stieg mit der Okklusion der ersten Quantitäten Wasserstoff sofort steil an; dann ließ das Anwachsen nach und war von einem Gehalt von etwa 30 Volumteilen Wasserstoff proportional der okkludierten Gasmenge. Nach Okklusion von 950 Volumteilen H blieb die Widerstandszunahme hinter der aufgenommenen Gasmenge zurück. Bei 1000 Volumteilen H war der Palladiumdraht gesättigt. Eine Übersättigung mit H rief keine Widerstandsänderung hervor, auch bei freiwilliger Abgabe dieses Überschusses an H wurde der Widerstand nicht beeinflusst. Der Widerstand des Palladiumdrahtes stieg durch die Okklusion von H im Maximum im Verhältnis 1,69. Ist  $w_0$  der Widerstand bei 30 Volumteilen,  $w$  der Widerstand zwischen 30 und 950 Teilen, H die Zahl dieser Volumteile, so war  $w/w_0 = 1,0292 + 0,000\ 668 \cdot H$ . Die Längenausdehnung eines Palladiumdrahts bei Okklusion von H war bis zur Sättigungsgrenze proportional der Wasserstoffmenge, und zwar pro cm um 0,000 025 39 cm für jeden Volumteil H. Die Übersättigung mit H bewirkte eine relativ größere Verlängerung. Bei

Entfernung des Wasserstoffs aus dem Draht übertrafen die Verkürzungen die entsprechenden Verlängerungen. Am Ende war der Draht kürzer als zu Anfang, der Widerstand aber war der ursprüngliche. Schk.

### 3. Geschichte und Erkenntnislehre.

**Zur Geschichte der Schlierenmethode.** In neueren Lehrbüchern könnte sich die Auffassung einbürgern (vergl. z. B. Chwolson), als ob die Toeplersche Schlierenmethode direkte Vorläufer gehabt habe, d. h. als ob schon vor dem Jahre 1864 bewußt wesentliche Ansätze zu dieser Methode vorhanden gewesen seien. Es werden da besonders Huygens und Foucault genannt, und da die betreffenden Hinweise in einem Lehrbuche selbstredend immer nur kurz sein können, so ist ihre Fassung nicht immer so gewählt, daß sie für den mit der Literatur nicht ganz vertrauten Leser zweifelsfrei erscheinen. Es möchte daher zweckmäßig sein, hier kurz darauf einzugehen. Indem wir die Toeplersche Schlierenmethode in den Grundzügen als bekannt voraussetzen<sup>1)</sup>, können wir die charakteristischen Unterschiede der drei in Frage stehenden Beobachtungsanordnungen folgendermaßen darstellen.

Huygens erzeugt das an der hinteren Linsenoberfläche reflektierte Bild einer Lichtquelle in der Ebene der Pupille und kann auf hellem Grunde Fehler der reflektierenden Fläche und der Glasmasse erkennen. Er hat also im allgemeinen eine „unempfindliche“ Anordnung. Nur wenn zufällig der Pupillenrand als Blende dient, hat Huygens momentan „empfindliche“ Beleuchtung; da aber die Bewegungen der Pupille unwillkürlich sind, so hängt hier die „empfindliche Einstellung“ nicht vom Willen des Beobachters ab, kann also höchstens unbewußt eintreten.

Foucault stellt vor das Auge eine Blende, kann also mit Sicherheit die empfindliche Beleuchtung benutzen. Bei beiden handelt es sich nur um die Feststellung von Instrumentfehlern (Linsen, Spiegel); ihre Methoden fallen unter die Kunstgriffe der praktischen Optiker.

Toepler sondert ohne Kenntnis vorstehend genannter Methoden zwar auch wie Foucault die regulären Strahlen durch Ablendung von den irregulären; letztere werden aber zu einem reellen Bilde der Linsenfehler oder der sonstigen Beobachtungsobjekte durch Linse, Fernrohr oder dergl. vereinigt und somit auch objektiv darstellbar. In bezug auf die Apparatur ist dieser Schritt in Parallele zu stellen mit dem Schritte von der Lupe zum Mikroskop. Ferner aber wird das Anwendungsbereich der Methode durch Toepler selbst ein ganz anderes, viel umfangreicheres. Irgend welche durchsichtigen Gebilde mit kleinsten Verschiedenheiten der Brechungsexponenten werden durch exakte Abbildung der messenden Beobachtung zugänglich. Schließlich zeigt Toepler auch den Weg zu einer ausreichenden Kritik der Empfindlichkeit der Methode.

Die vorstehende Darlegung zeigt, daß von einer früheren Erfindung der Schlierenmethode durch Foucault oder gar Huygens keine Rede sein kann. Das 1880 von Dvorschak angegebene Hilfsmittel zur Sichtbarmachung von optischen Inhomogenitäten kann deshalb nicht mit der Toeplerschen Schlierenmethode in Parallele gestellt werden, weil von der eindeutigen Erzeugung eines Bildes dabei kaum die Rede sein kann. Witting.

### 4. Unterricht und Methode.

**Neue Veröffentlichungen über den Physik- und Chemie-Unterricht.** In „*Natur und Schule*“ 1906, Heft 9 hat O.-R.-Direktor A. MAURER in St. Johann-Saarbrücken einen Aufsatz erscheinen lassen über „Die Notwendigkeit einer besseren Ausgestaltung des naturwissenschaftlichen Unterrichts an höheren Schulen, mit besonderer Rücksicht auf die Physik“. Der Aufsatz beginnt mit lesenswerten Ausführungen über die Mängel des Hochschulunterrichts bezüglich der Ausbildung der Lehrer für ihren künftigen Beruf und über die Langsamkeit, mit der die Anerkennung des Wertes der naturwissenschaftlichen

<sup>1)</sup> Vergl. z. B. Ostwalds Klassiker Bd. 157 und 158; in letzterem sind auch die genaueren Literaturangaben zu finden.

Bildung sich ausbreitet. Die Stellung der Naturwissenschaften im Lehrplan der Schulen sei immer noch die von Nebenfächern; gegen das Übermaß sprachlicher Schulung in den unteren Klassen seien die zwei Stunden Naturkunde kein Gegengewicht. Nichts stände im Wege, schon in den unteren Klassen mit dem Unterricht in der Naturlehre zu beginnen, der jetzt zu einer Zeit einsetzt, wo das Interesse der Schüler gegenüber einem allzu elementar gehaltenen Unterricht leicht erlahme. Der Verfasser bekennt sich zu der Auffassung, daß ein richtig geleiteter naturwissenschaftlicher Unterricht geradezu eine Einführung in die Art des wissenschaftlichen Denkens überhaupt darstelle, und erörtert im Anschlusse daran die Frage, wie der Bildungsgehalt insbesondere der Physik zu vollkommenerer Geltung gebracht werden könne. Seine Antwort ist: es muß mehr gemessen werden. Denn im Messen sei die induktive Methode begründet, aus Messungen allein ergeben sich die empirischen Gesetze, die die Grundlage der Theorien sind. Hier sei allerdings bemerkt, daß man den theoretischen Ausgangspunkt des Ohmschen oder Coulombschen Gesetzes doch nicht so völlig beiseite schieben darf, wie der Verfasser will, da sich z. B. das letztere überhaupt nicht scharf auf experimentellem Wege nachweisen läßt. Aber durchaus zuzustimmen ist den Sätzen: „Sollen die Naturwissenschaften wissenschaftlich denken lehren, so müssen sie das Quantitative gegenüber dem Qualitativen mehr noch betonen, auch schon im Unterkursus. Die glanzvollsten Experimente bleiben Schaustücke, wenn sie nicht zum eigenen Forschen führen. Ja gerade da, wo alles klappen soll, merkt der Zuhörer am wenigsten, worauf es ankommt; der Bildungswert populärer Demonstrationsvorträge kann daher nicht sehr hoch eingeschätzt werden. Nur eine messende Physik vermag naturwissenschaftliche Bildung zu schaffen.“

Im Anschluß hieran erklärt der Verfasser, nur die Darstellung konstanter Größenbeziehungen (also funktionaler Zusammenhänge) sollte „Gesetz“ genannt werden. Diese Festsetzung ist einigermaßen willkürlich, denn der Sprachgebrauch gibt dem Begriff des Gesetzes einen weiteren Umfang; so ist es ein Gesetz, daß alle Körper durch Reiben elektrisch werden, daß ein Körper zur Erde fällt, wenn er nicht mehr unterstützt ist u. s. f. Auch der Satz „Gleichnamige Magnetpole stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an“ ist ein Gesetz, wenschon der Verfasser seiner engeren Begriffsbestimmung gemäß ihm diesen Charakter abspricht. Daß er nun gar diesen Satz als „groben Denkfehler“ verurteilt, ist ihm noch weniger zuzugeben. Dies träfe zu, wenn die Gleichnamigkeit der Pole durch die Abstoßung, die Ungleichnamigkeit durch die Anziehung definiert wäre. Nun werden aber zwei Pole dann als gleichnamig bezeichnet, wenn sie beide im magnetischen Kraftfeld der Erde die gleiche Orientierung zeigen; die gegenseitige Abstoßung tritt als etwas Neues hinzu, der obige Satz ist daher der Ausdruck eines allgemeinen Erfahrungszusammenhanges: mit der Gleichnamigkeit ist stets die Abstoßung verknüpft. Ähnlich, obschon nicht ganz so deutlich erkennbar, ist der entsprechende Satz für die elektrischen Körper als ein Gesetz anzusprechen.

Der Verfasser will im Unterricht nur die wichtigsten Messungen vorgenommen wissen, aber er möchte sie der Prägnanz und der Bedeutung wegen dem Lehrer vorbehalten, wenn er sich dabei auch von den Schülern unterstützen lassen und in heuristischer Unterrichtsform ihre Mitarbeit heranziehen wird. „Ohne Zweifel muß dieser Unterricht aber ergänzt werden durch eigene Arbeiten der Schüler, bei denen sie die Versuchsanordnungen selbst zu treffen haben werden . . . Ein Physikunterricht ohne praktische Schülerübungen gliche einem Sprachunterricht, in welchem der Lehrer aus seinem Buch allein vorträge und aus seinem Buch vorübersetzte . . . Die Physik bedarf der Umsetzung ihres Gehalts in praktische Aufgaben, und die können nur in Schülerübungen ausgeführt werden, die ich mir mit dem Unterricht organisch verbunden denke . . .“

Die Frage allerdings, ob sich Schülerübungen unter den jetzigen Verhältnissen wenigstens an der Oberrealschule dem Unterrichtsplan einfügen lassen, beantwortet der Verfasser mit einem glatten Nein! Die Oberrealschule vermöge bei ihrer heutigen Verfassung eine weitere Belastung nicht zu ertragen. Man solle vielmehr eine der Fremdsprachen beseitigen, die Mathematik kürzen und ebenso auch noch Geschichte und Religion. Dagegen muß gesagt werden: Wollten wir auf so einschneidende und in absehbarer Zeit nicht zu



erwartende Reformen warten wie die vom Verfasser vorgeschlagenen, so würde die Sache des naturwissenschaftlichen Unterrichts eine schwere Einbuße erleiden. Man wage es vielmehr mit der Einführung der Übungen in fakultativer Form. Eine Mehrbelastung der Schüler tritt dadurch nicht ein, da selbstverständlich ein Maximum fakultativer Stunden für die einzelnen Schüler festgelegt sein muß. Wohl aber wird sich im Kampf der fakultativen Fächer gegeneinander bereits zeigen, wohin die Bedürfnisse und die Neigungen der Schüler gravitieren, wobei freilich lokale Verhältnisse in erheblichem Maße mitsprechen werden. Dann mag es nach und nach dahin kommen, daß die Oberrealschulen das mehr auf spezifisch technische Vorbildung Abzielende abstreifen und sich immer reiner als Schulen mit einem allgemeineren Bildungsideal entwickeln.

Einen beachtenswerten Vorschlag in bezug auf die so wünschenswerte Konzentration des naturwissenschaftlichen Lehrstoffs macht der Verfasser, nämlich den, die drei Stunden Physik mit den drei Stunden Chemie zu sechs Stunden Naturlehre zu vereinigen, d. h. in die Hand eines Lehrers zu legen und damit diesen Unterricht zugleich als ein Hauptfach zu qualifizieren. Die Vorteile hiervon sind unverkennbar, nur müßten dann häufiger als bisher die Lehrbefähigungen für diese beiden Fächer vereinigt sein, auch wäre damit für die Biologie noch nicht gesorgt, die aus ersichtlichen Gründen am besten aufgehoben ist, wenn sie mit der Chemie vereinigt wird. Alle drei Lehrbefähigungen aber in einer Hand beisammen zu finden, wird nicht oft gelingen und immer eine Ausnahme bleiben.

Über den Unterricht in der Physik handelt auch E. GRIMSEIL in dem kürzlich bei B. G. Teubner erschienenen Handbuch für Lehrer höherer Schulen (S. 528—548). Er bietet eine kurze Übersicht über die geschichtliche Entwicklung sowie über die Lehrpläne und Lehraufgaben in verschiedenen deutschen Staaten. Was die Auswahl des Lehrstoffs in den preußischen Lehrplänen betrifft, so erkennt er als gerechtfertigt an, daß aus dem Unterrichtskursus der Gymnasien die Akustik und die Optik ausgeschlossen sind, da die zur Verfügung stehende Zeit nicht ausreicht, das ganze Gebiet der Physik zu behandeln; auch wird die Anordnung des Lehrstoffs auf dieser Stufe als sachgemäß anerkannt. Für die Oberstufe hält er es für zutreffender, mit der Mechanik zu beginnen und in der Oberprima mit der Elektrizitätslehre zu schließen. Einer solchen Anordnung widersprechen auch die preußischen Lehrpläne nicht, da sie für die Oberstufe andere Verteilungen des Lehrstoffes ausdrücklich zulassen. Der große, stets wachsende Umfang des Gebietes zwingt ferner, wie auch die preußischen Lehrpläne fordern, zur Einschränkung, doch sei man schon jetzt auf dem Standpunkt angekommen, daß eine weitere Einschränkung unausführbar sei. Schon auf der Unterstufe solle man Maß und Zahl mehr in den Unterricht hineinziehen, ohne natürlich damit das mathematische Element zu stark eindringen zu lassen. Für die Oberstufe befürwortet der Verfasser, daß man sich von der Einteilung der Physik in die einzelnen Teilgebiete freimache und die diese Gebiete verbindenden Begriffe und Gesetze wie Energieprinzip, Ionenbegriff, C.G.S.-System zugrunde lege. In betreff der Rolle der Mathematik im Physikunterricht stimmt er mit der von der Unterrichtskommission der Naturforschergesellschaft ausgesprochenen Auffassung überein. Zur Frage der physikalischen Übungen gibt er eine Übersicht der bisherigen Entwicklung und betont, daß durch diese Übungen in den Unterricht keinerlei Stoffe und Methoden herübergenommen werden sollen, die der Universität vorbehalten bleiben müssen. „Sie haben nicht den Zweck, Physiker oder Techniker auszubilden, denn die höhere Schule soll Erziehungsschule, nicht Fachschule sein. Besonders aus dem Grunde ist dies zu betonen, weil von Gegnern der Schülerübungen und der realen Bildungsfächer überhaupt oft in völliger Unkenntnis der Sache der im Interesse unserer Jugend dringend auszusprechende Wunsch nach allgemeiner Einführung und organischer Verschmelzung der Übungen mit dem übrigen Physikunterricht leichtthin mit der gänzlich unberechtigten Begründung abgelehnt wird, daß die Schülerübungen die höheren Schulen zu Fachschulen machten.“

Den Schluß der Abhandlung bilden Mitteilungen über den Verein zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften, über Fachzeitschriften, über Lehrerfortbildung und praktische Ausbildung für den Lehrberuf, über die Meraner Vor-

schläge der Unterrichtskommission der Naturforschergesellschaft. Dankenswert ist eine recht ausführliche Literaturübersicht, besonders über Schulbücher.

Über den Unterricht in der Chemie handelt in entsprechender Weise B. SCHMID in demselben Werk S. 549–565. An eine kurze historische Übersicht schließt sich ein Abschnitt über „Methodisches“. Hier wird des langen Streites zwischen Methodikern und Systematikern gedacht und ausgesprochen, man könne wohl sagen, daß die Methodiker die Vorzüge der gegnerischen Lehrbücher bedeutend unterschätzten; auf beiden Wegen könnten gute Resultate erzielt werden. Gegenwärtig sei die Zahl der systematischen Lehrbücher, namentlich für Realanstalten, ganz enorm im Steigen begriffen. Doch bleibe das Verdienst der Methodiker dadurch ungeschmälert. „Ihre Arbeiten waren auch für die systematischen Lehrbücher höchst anregend, und es wäre mehr als wünschenswert, daß sich ihr Einfluß besonders auf die einleitenden Kapitel unserer Lehrbücher geltend machte.“ Die Methode selbst sei nicht in Stillstand geraten, vielmehr haben sich, wie namentlich aus Ohmanns Leitfaden hervorgehe, die Methoden verfeinert. Das entwickelnde Verfahren trete mehr und mehr in den Vordergrund. Im einzelnen warnt der Verf. besonders vor dem vorzeitigen Auftreten der Atomtheorie und dem zu frühen Gebrauch der Zeichensprache, und er verurteilt die Verwendung der elektrolytischen Wasserzersetzung im Anfangsunterricht.

In bezug auf die in den Lehrplänen vorgeschriebene Stoffauswahl beanstandet er die fast durchgängige Vernachlässigung der organischen Chemie. Diese verdiene namentlich im Hinblick auf die Anknüpfungspunkte mit der Biologie eingehendere Pflege; auch ergänzen sich in mancher Hinsicht anorganische und organische Chemie, z. B. hinsichtlich der Auffassung der Strukturverhältnisse, Säuren, Basen. Auch die physikalische Chemie dürfe von der Schule nicht unbeachtet bleiben, dies wird besonders hinsichtlich der Elektrochemie näher ausgeführt. Natürlich müsse bereits die Physik vorgearbeitet haben, und so ergebe sich von selbst die Verlegung dieses Gebietes auf einen späteren Jahrgang. Verfehlt jedoch wäre es, wollte man mit J. Wagner (vergl. ds. Zeitschr. XVI 316) die „allgemeine“ Chemie in den Vordergrund stellen. Die Überbürdungsgefahr, die von einer eingehenderen Hereinziehung der organischen und der physikalischen Chemie befürchtet werden könnte, sei dadurch zu vermeiden, daß immer mehr Ballast über Bord geworfen und besonders mit Stöchiometrie und Technologie nicht zu weit gegangen werde.

Bei den chemischen Schülerübungen spricht sich der Verfasser (ebenso wie Grimsehl bei den physikalischen) gegen die Herübernahme der auf den Hochschulen üblichen Praktik in den Schulbetrieb aus und verweist auf das Werk von A. Smith, Praktische Übungen zur Einführung in die Chemie (vergl. ds. Zeitschr. XVII 312). „Wir haben trotz unserer sonstigen Fortschritte in der Didaktik in unseren Schülerübungen eine merkwürdige Abhängigkeit von der Hochschule gezeigt, und so tragen wir leider auch ein Teil dazu bei, daß die Oberrealschüler auf der Universität dieselbe Kost vorgesetzt bekommen, die wir ihnen schon geboten haben... Soll es wirklich kein Mittel geben, den Schüler logisch und wissenschaftlich besser zu fördern als die Analyse? Messen und Wägen dürfte wichtiger sein.“

Im Anschlusse an die Chemie macht der Verf. noch beachtenswerte Bemerkungen über Mineralogie und Geologie (S. 566–576) und erörtert die Notwendigkeit, diesen bisherigen Stiefkindern des Lehrplans einen angemessenen Spielraum zu gewähren. Diesen Abschnitten sind ebenso wie der Chemie Literaturübersichten hinzugefügt. P.

**Die Räume für den naturwissenschaftlichen Unterricht in den neueren höheren Lehranstalten Berlins**, insbesondere die dem Friedrichs-Realgymnasium bewilligten Räume, ihre Ausstattung und Verwertung für den Unterricht behandelt Prof. Dr. PAUL GLATZEL (bis vor kurzem Oberlehrer an dieser Anstalt, jetzt Direktor einer Realschule) ausführlich in der wissenschaftlichen Beilage zum Jahresbericht des Friedrichs-Realgymnasiums zu Berlin, Ostern 1906. (Progr.-Nr. 111.)

Bisher standen an den höheren Lehranstalten Berlins in der Regel nur zur Verfügung a) für den naturbeschreibenden Unterricht ein mehr oder weniger großer Raum für die Sammlungen, b) für den chemischen Unterricht, jedoch nur an den Realgymnasien und Ober-

realschulen, ein Klassenzimmer und ein sich anschließender Raum für praktische Arbeiten, c) für den Physikunterricht ein Klassenzimmer und ein Apparatenraum. Man kann leider, ohne die Wahrheit zu verschleiern, Prof. Marotte nicht widersprechen, wenn er<sup>1)</sup> diese längst weit überholten Einrichtungen mit den Worten schildert: *des établissements considérables et fort réputés, où les salles de classe, les laboratoires et les collections sont fort insuffisantes.* Paul de Lagarde, einer der besten Berliner, vergleicht irgendwo den Staat mit einer Dampfmaschine und bemerkt dabei treffend: „Es ist keine Beleidigung gegen die Lokomotive, wenn irgendwer entdeckt, daß diese und jene wichtige Schraube an ihr gerostet ist, und wenn er fordert, sie durch eine neue zu ersetzen.“ Berlin war mit seinen Räumen für den naturwissenschaftlichen Unterricht, für die, wenn ich nicht irre, seither stark verrostete Vorschriften aus dem Jahre 1867 noch maßgebend waren, in der Tat ganz rückständig; hierin ist aber jetzt ein erfreulicher Wandel eingetreten. Als die städtischen Behörden beschlossen hatten, das Friedrichs-Werdersche Gymnasium, das Friedrichs-Realgymnasium und das Andreas-Realgymnasium neu zu bauen, wurden bei der Beratung über die Entwürfe der neuen Anstalten in den dazu eingesetzten Ausschüssen folgende Forderungen als berechtigt anerkannt: a) für den naturbeschreibenden Unterricht ein besonderes Klassenzimmer (Auditorium) und ein daran anstoßender, in der Größe dem jeweiligen Bedürfnis der betreffenden Anstalt entsprechender Raum von mindestens Klassengröße für die Naturaliensammlung; b) für den chemischen Unterricht an den Realgymnasien und Oberrealschulen ein Klassenzimmer (Auditorium), ein Vorbereitungszimmer, ein Raum für Laboratoriumsarbeiten der Schüler; c) für den Physikunterricht ein Klassenzimmer (Auditorium), ein Vorbereitungszimmer, ein Apparatenraum, ein Schülerübungsraum und ein Turm mit einer Plattform für astronomische Beobachtungen nebst einem darunter befindlichen Zimmer zur Aufnahme der zugehörigen Instrumente. Das besondere Klassenzimmer für den naturbeschreibenden Unterricht soll am Gymnasium zugleich dem Unterricht in der Chemie dienen, damit in den Räumen für Physik nicht zugleich Chemikalien, die den physikalischen Apparaten schädlich sind, untergebracht werden müssen. Am Friedrichs-Realgymnasium wurde noch ein schmales Dunkelzimmer für photographische Zwecke abgetrennt und ein besonderer, wenn auch schmaler Raum mit Verdunkelungsvorrichtungen für optische Messungen dem Schülerübungsraum angegliedert. Hiermit hat endlich nach zu langem Stillstand die Stadt Berlin in würdiger Weise begonnen, auch als Förderin des naturwissenschaftlichen Unterrichts ihrer Kulturaufgabe im Osten Deutschlands gerecht zu werden. Stadtbaurat Hoffmann, Stadtschulrat Michaelis, Justizrat Cassel und Direktor Glatzel haben sich durch diese glänzenden Neubauten und durch siegreiche Überwindung der wohl nicht geringen Widerstände, die ihnen etwas kurzzeitige Mitbürger bereiteten, große und dauernde Verdienste um das Berliner Schulwesen erworben.

Beim Neubau des Friedrichs-Realgymnasiums haben Baurat Hoffmann und sein Vertreter Bauinspektor Matzdorff mit den Lehrern der Physik und Chemie in fortwährender Fühlung gestanden; das ist in Berlin eine wichtige Neuerung, für die mit Recht Direktor Glatzel in seiner Abhandlung den herzlichsten Dank abstattet. Was hier noch als erfreuliche Ausnahme erscheint, das sollte künftig die Regel werden; denn brauchbare physikalische und chemische Unterrichtsräume können nur durch Zusammenarbeiten von Baumeistern und Fachlehrern entstehen. Auf die Ausstattung der naturwissenschaftlichen Räume am Friedrichs-Realgymnasium kann hier leider im einzelnen nicht eingegangen werden, hervorgehoben sei nur, daß für jeden der vier Physiklehrer ein besonderer Arbeitsplatz vorgesehen ist, eine Neueinrichtung, die bei den Berliner Schul- und Lebensverhältnissen geradezu unentbehrlich ist. Besondere Beachtung verdient auch neben den Arbeitsplätzen für Schüler die Versorgung mit elektrischem Strom namentlich im physikalischen Klassenzimmer und im Schülerübungsraum. Die Stadt Berlin kann mit Recht stolz sein auf den gewaltigen Fortschritt, den sie mit dem Bau des Friedrichs-Realgymnasiums

<sup>1)</sup> *L'enseignement des sciences mathématiques et physiques dans l'enseignement secondaire en Allemagne* par F. Marotte. Paris, Imprim. nationale 1905, 120 p.

gemacht hat; doch ist zu wünschen und wohl auch sicher zu erwarten, daß sie nun nicht wieder rasten und rosten, sondern auch die übrigen Realgymnasien und Oberrealschulen mindestens in der gleichen, wenn nicht in noch vollkommenerer Weise mit naturwissenschaftlichen Unterrichtsräumen ausstatten wird. Auf Grund der Erfahrungen, die sie mit den Neubauten voraussichtlich macht, wird sie dann wohl einigen Räumen noch etwas größere Abmessungen geben, eine besondere Werkstatt einrichten und das Nebenzimmer, das an den Schülerübungsraum angegliedert ist, wie in der Alten Urania zu einem Meßzimmer für die Lehrer ausgestalten.

Direktor GLATZEL beschränkt sich in seiner sehr wertvollen Abhandlung nicht bloß auf die Schilderung der Räume für den naturwissenschaftlichen Unterricht, sondern flicht noch sehr beherzigenswerte Ausführungen über die erzieherische und praktische Bedeutung der Schülerübungen ein. Im Anhang behandelt er noch einige Aufgaben für praktische Schülerübungen aus der Elektrizitätslehre und gibt Anleitungen zur Ausführung dieser Versuche. Hierdurch hat er einen schwierigen Teil der Schülerübungen in dankenswerter Weise erheblich gefördert.

H. Hahn.

### 5. Technik und mechanische Praxis.

**Funkentelegraphie mit ungedämpften elektrischen Wellen.**<sup>1)</sup> Finden in einem gestreckten Leiter elektrische Schwingungen statt, so breiten sich diese nach allen Seiten senkrecht zur Achse des Leiters aus; solche Leiter sind die sog. „Antennen“ in der Funkentelegraphie, mehr oder weniger umfangreiche Drahtgebilde, welche bei den großen Stationen von 60 (Poldhu) bis 100 m (Nauen) hohen Türmen oder Gerüsten getragen werden und demnach elektrische Wellen nach allen Seiten parallel zur Erdoberfläche ausstrahlen. Es werden daher alle innerhalb der Reichweite, also z. B. für die Station Nauen innerhalb eines Kreises von 2500 km Durchmesser, befindlichen Empfangsstationen „ansprechen“, und es können zwei solche, wenn sie im Wirkungskreise einer dritten liegen, nicht miteinander sprechen, während diese arbeitet. Der Grund hierfür ist einmal, daß die Schwingungen des Senders zusammengesetzter Natur sind, sodann, daß Leitersysteme die Eigenschaft der „multiplen Resonanz“ zeigen, d. h. nicht nur auf Schwingungen einer bestimmten Wellenlänge ansprechen, und hierin liegt ein außerordentlich großes Hemmnis für die Einführung und Anwendung der Funkentelegraphie in größerem Umfange. Es entstand so das Problem der abgestimmten oder „syntonischen“ Funkentelegraphie.

Die elektrischen Pulsationen, wie sie in der Funkentelegraphie bisher verwendet wurden, werden durch Kondensatorentladungen erzeugt und haben folgenden Charakter. Als Stromquelle dienen Induktorien oder in den großen Stationen Transformatoren, beide liefern Wechselströme von langer Periode, jedem Strommaximum entspricht eine volle Aufladung der Kondensatoren und eine darauf einsetzende schwingende Entladung kurzer Periode; diese schnellen Schwingungen sind aber gedämpft, d. h. ihre Amplitude nimmt rasch ab, ebenso ist auch ihre Wellenlänge nicht konstant (vgl. diese Ztschr. XIX 141–145; 1906), und es hören die schnellen, für die Energiestrahlung wichtigen Schwingungen schon weit eher auf, als eine neue Ladung, eine neue Energiezufuhr beginnt. Man hat nun versucht, die Apparate genau auf die Wellenlänge abzustimmen, welche den ersten Entladungsschwingungen entspricht, und außerdem die Dämpfung zu verringern; SLABY hat am 22. Dez. 1900 auch die Möglichkeit hiermit etwas zu erreichen zeigen können, indem er an einen Auffangedraht mittels zweier verschiedenen Wellenlängen entsprechende Ansatzdrähte, zwei Empfänger, anschloß und mittels dieser wirklich zwei von verschiedenen Stationen mit verschiedener Wellenlänge gleichzeitig gegebene Depeschen aufnahm, auch Versuche mit dem BRAUNschen System auf Rügen 1903, wobei ein Empfangsapparat gleichzeitig getrennt voneinander Zeichen zweier 15 bzw. 170 km entfernter Stationen mit nur 15 % voneinander

<sup>1)</sup> Nach den Beschlüssen der soeben geschlossenen internationalen Konferenz für Funkentelegraphie werden jetzt alle Systeme zur drahtlosen Telegraphie mittels elektrischer Wellen zusammengefaßt unter der richtigeren Bezeichnung „Radiotelegraphie“.

verschiedenen Wellenlängen aufnahm, zeigten das gleiche, ebenso aber bewiesen diese wie auch andere Versuche und Erfahrungen, daß man so zu einer reinen Abstimmung, bei der jeder Empfangsapparat auf eine und nur eine bestimmte Wellenlänge anspricht, nicht kommen kann, da immer wieder sich die Abstimmung als illusorisch erwies, sobald eine den Empfänger mit ihrem Wirkungsbereich einschließende größere Station in Tätigkeit trat. Aus alledem folgt, daß nur unter Verwendung ungedämpfter Schwingungen das Problem lösbar sein würde.

Gemeint ist damit folgendes. Im Gegensatz zu den durch einfache Kondensator-entladungen erzeugten sollen im Erreger nur solche Schwingungen auftreten, welche mit gleichbleibender Amplitude und Wellenlänge einander ununterbrochen folgen, also einem Hochfrequenzstrom entsprechen. Ein eigentümliches Verfahren dies zu erreichen haben SIMON & REICH angegeben (*diese Ztschr. XVI 179; 1903*), indem sie unter Verwendung einer Quecksilberbogenlampe als Vakuumfunkenstrecke die Dämpfung im Entladungskreise so weit treiben wollten, daß nur eine Schwingung bleibt, dagegen im Primärkreise die Verhältnisse so gestalten, daß im Augenblick der Vollendung dieser einen Schwingung eine neue Entladung einsetzt. Ein weit bequemerer Verfahren zur Erzeugung hoch frequenter Wechselströme bietet aber der singende Lichtbogen nach DUDELL; schaltet man einem Lichtbogen einen Kondensator und eine Selbstinduktion parallel, so entstehen in dem aus diesen beiden und dem Bogen gebildeten Kreise schnelle ungedämpfte Schwingungen (vgl. *diese Ztschr. XIV 297*). Eine wesentliche Vervollkommnung in der angedeuteten Richtung stellt E. RUMMERS Lichtbogenunterbrecher dar; dieser besteht aus einem Lichtbogen zwischen Flammenbogenkohlen (vgl. *diese Ztschr. XV 111÷114; 1902* und *XVI 365÷368; 1903*) im Felde eines mit ihm in Reihe geschalteten Elektromagneten, die Selbstinduktion im Schwingungskreise ist die Primärwicklung eines Funkeninduktors, und die Anordnung gibt außerordentlich kräftige Schwingungen sehr hoher Frequenz. Der bereits durch die Erfindung des Telegraphons bekannte Däne POULSEN hat nun einen weiteren wichtigen Schritt getan, indem er fand, daß ein Lichtbogen in Wasserstoffgas kräftige gleichmäßige Schwingungen noch größerer Frequenz (bis zu mehrere Millionen in der Sek.) zu erzeugen gestattet, als dies mit den eben beschriebenen Vorrichtungen erreichbar ist. Im Verein mit PEDERSEN hat POULSEN dann seine Beobachtung für die Funkentelegraphie nutzbar zu machen gesucht und ist dabei zu folgender Anordnung gekommen. Als Anode für den Lichtbogen dient eine Kupferelektrode mit Wasserkühlung (vgl. *diese Ztschr. XIX 245, Fig. 1, K*), als Kathode eine Kohlenelektrode; zwar ist in den gewöhnlichen Bogenlampen, wie bekannt, die Anode an ihrem Ende, dem Krater, am heißesten und die Hauptlichtquelle, gleichwohl haben eingehende Forschungen ergeben, daß nur eine hohe Temperatur der Kathode Existenzbedingung für den Lichtbogen ist, die Anode dagegen kalt sein bzw. bleiben kann (vergl. *diese Ztschr. XIX 114÷117; 1906*). Zur Verstärkung der Wirkung kann dann noch ein magnetisches Gebläse, wie beim RUMMERSchen Lichtbogenunterbrecher angewendet werden. Die Bedeutung gerade des Wasserstoffes erhellt sofort, wenn man bedenkt, daß für den Lichtbogen die Temperaturverhältnisse eine sehr wichtige Rolle spielen, der Wasserstoff aber ein sehr hohes Wärmeleitvermögen besitzt, demnach zweifellos dazu beiträgt, daß, von der Kathode aus schlecht leitender Kohle abgesehen, die Temperaturschwankungen kräftiger und damit die Schwingungen viel schärfer ausgeprägt werden. Die POULSENSche Erfindung bietet also die Möglichkeit, in verhältnismäßig bequemer Weise und unter Anwendung verhältnismäßig niedriger Spannungen reine ungedämpfte Schwingungen zu erzeugen, und erlaubt, wie die bisherigen Versuche gezeigt haben, eine wirklich reine und scharfe Abstimmung und damit einen von Störungen durch andere, gleichzeitig arbeitende, freien Verkehr zwischen zwei aufeinander abgestimmte Stationen. POULSEN hat am 23. Oktober d. J. im elektrotechnischen Verein zu Berlin über seine Erfindung einen Vortrag gehalten, auch ist zur Verwertung derselben eine Gesellschaft gegründet worden; von anderer Seite hat man begonnen nach anderen, gleiche Ergebnisse liefernden Methoden zu suchen, und es erscheint nicht ausgeschlossen, daß auch der bisher anscheinend wenig beachtete Lichtbogenunterbrecher von RUMMER berufen sein wird, eine wichtige Rolle auf dem in Rede stehenden Gebiete zu spielen.

*Biegen von Czudnochowski.*

## Neu erschienene Bücher und Schriften.

Abhandlungen und Vorträge zur Geschichte der Naturwissenschaften. Von Prof. Dr. Eduard O. von Lippmann. Leipzig, Veit & Co., 1906. 590 S. M 9,—.

Der Verfasser, als Direktor einer Zuckerraffinerie in Halle a. S. mitten im praktischen Leben stehend, hat doch Zeit zu umfassenden historischen Studien gefunden, von denen namentlich seine „Geschichte des Zuckers“ (Leipzig 1890) Zeugnis ablegt. Er hat aber überdies seit einer Reihe von Jahren über Themata aus der Geschichte der Naturwissenschaften kleinere und größere Aufsätze veröffentlicht, häufig auch Vorträge gehalten und hat diese in dem vorliegenden Bande gesammelt herausgegeben. Einen großen Teil nimmt die Chemie ein, hier werden die chemischen Kenntnisse des Plinius, des Dioscorides, die Geschichte des Schießpulvers, des Wismuts u. a. m. behandelt. Von physikalischen Gegenständen sei die Geschichte der Kältemischungen, die Abhandlung über Goethes Farbenlehre genannt. Ganz besonderes Interesse nehmen die biographischen Aufsätze in Anspruch: die Verdienste des Leonardo da Vinci als Gelehrter und Techniker werden gewürdigt, Baco von Verulam wird im Anschluß an den Shakespeare-Bacon-Streit daraufhin geprüft, ob er wirklich ein Naturforscher ersten Ranges gewesen sei — und, wie schon von Justus v. Liebig, zu leicht befunden. (Doch ist immerhin Bacons Wirkung auf seine Zeitgenossen nicht gering gewesen, wie man aus einem vergessenen Aufsatz von E. Wohlwill in den Deutsch. Jahrb. Bd. 9, 1863 erfährt.) Eine Gedächtnisrede feiert Descartes als Selbstdenker gelegentlich seines 300jährigen Geburtstages. Ein Vortrag über Robert Mayer bringt sachlich nichts Neues, das Verhalten von Helmholtz gegenüber Mayer findet der Verfasser schwankend und nicht ganz einwandfrei. Von sehr allgemeinem Interesse ist auch die Abhandlung „Naturwissenschaftliches aus Shakespeare“. Alles in allem, das Buch bietet eine Fülle schätzenswerter Mitteilungen und willkommener Anregungen.

P.

Das deutsche Bildungswesen in seiner geschichtlichen Entwicklung. Von Friedrich Paulsen. (Aus Natur und Geisteswelt, 100. Bändchen.) B. G. Teubner 1906. 192 S. Geb. M 1,25.

Der gewiegte Kenner unseres Bildungswesens bietet hier in gedrängter Knappheit ein Werkchen, das den umfangreichen Stoff aufs glücklichste meistert, indem es die großen Richtlinien der Bewegung aufzeigt und die Bildungsideale der einzelnen Perioden in der Entwicklung unseres Bildungswesens deutlich hervortreten läßt. Wer angesichts der heutigen Unterrichtsbestrebungen, und speziell auch der auf die Naturwissenschaften bezüglichen, einen höheren Standpunkt einnehmen will, wird aus diesem kleinen Buche reiche Belehrung schöpfen können.

P.

Hegel, Haeckel, Kossuth und das zwölfte Gebot. Eine kritische Studie von O. D. Chwolson, Prof. an der Kais. Universität zu St. Petersburg. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn, 1906. 90 S. M 1,60.

Hinter dem Titel wird man keine Schrift physikalischen Inhalts vermuten, doch ist der Hauptteil einer kritischen Untersuchung dessen gewidmet, was Haeckel in seinen „Welträtseln“ an physikalischen Ansichten vorbringt. Das Resultat ist für den berühmten Monistenführer geradezu vernichtend. Jede seiner zahlreichen Äußerungen über das Substanzgesetz ist falsch, sein dreistes Urteil über das Entropiegesetz zeugt von völliger Unkenntnis. Was dagegen Chwolson über das Entropiegesetz sagt, verdient als Muster einer populären Darstellung auch abgesehen von dem kritischen Zweck des Schriftchens Beachtung. Was der Verfasser über Hegel und Kossuth (einen neuen philosophischen Schriftsteller) vorbringt, und wie das zwölfte Gebot lautet, möge man in dem Schriftchen selbst nachlesen.

P.

Handbuch für Lehrer höherer Schulen. Druck und Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin. 704 S. M 12, geb. M 13.

Das Werk dient zur Orientierung über den Stand des Unterrichts in den einzelnen Fächern, vorausgeschickt sind drei Abhandlungen über den inneren Organismus des höheren Schulwesens von Julius Ziehen, die äußere Organisation des höheren Schulwesens von Julius Nelson und den Oberlehrerstand, seine geschichtliche Entwicklung und heutige Lage von Karl Fricke. Über die Abschnitte ‚Physik‘ von E. Grimsehl, ‚Chemie‘, ‚Mineralogie und Geologie‘ von B. Schmid ist an anderer Stelle dieses Heftes (S. 377) ausführlich berichtet. Auch die übrigen Abhandlungen seien der Kenntnisnahme aller empfohlen, die für die allgemeinen Fragen der Unterrichtsgestaltung Interesse haben.

P.

Philosophisches Lesebuch zum Gebrauch an höheren Schulen und zum Selbststudium. Von Dr. Bastian Schmid. 8°. 166 S. Leipzig, B. G. Teubner, 1906. M 2,60.

Die kleine Schrift, die Wilhelm Wundt gewidmet ist, ist von dem lebhaften Interesse an philosophischen Fragen, das sich jetzt mannigfach regt, getragen. Sie berührt in etwa 40 einzelnen

Lesestücken, von denen allerdings mehrere ziemlich kurz sein mußten, eine Menge philosophischer Probleme. Mehrfach sind einige Abschnitte durch dazwischen geschobene Aufsätze des Herausgebers gleichsam zu einer längeren Abhandlung verbunden. So wird am Eingang die Frage nach dem Recht der materialistischen Weltanschauung in einer Folge von Artikeln erörtert, in denen de la Mettrie, Haeckel, du Bois-Reymond und der Herausgeber zu Worte kommen. Mit einem Abschnitt, der Descartes entstammt, gleitet die Schrift dann zu erkenntnistheoretischen Problemen hinüber, über die noch Locke, Hume, Kant, Ludw. Busse und Paulsen gehört werden. Ein weiterer Abschnitt soll über die philosophischen Probleme orientieren, die die Naturwissenschaften insbesondere angehen. Er bringt Aufsätze von Poincaré, Stallo, Ostwald und dem Herausgeber über das Wesen der physikalischen Hypothesen, über die Prinzipien der mechanischen Weltanschauung, über den Begriff der Energie, über den Wert des Kraftbegriffs gegenüber der rein energetischen Betrachtungsweise. Doch kommt in dem Gegebenen das Ökonomieprinzip, das doch das physikalische Denken heutzutage beherrscht, nicht mit der wünschenswerten Schärfe heraus, und auch das Wesen der Energetik wird nur eben gestreift. Die Aufsätze in dem weiter folgenden Abschnitt berühren die Frage nach dem Ursprung des Zweckmäßigen in den Lebewesen. Ein Aufsatz von Verworn lehnt den Vitalismus ab, einer von Darwin weist auf die hohe Bedeutung des Kampfes ums Dasein hin, einige Bemerkungen des Herausgebers verraten eine Vorliebe für Lamarck. Aber bei alledem bleibt der Gegenpol der mechanistischen Betrachtungsweise etwas kraftlos. Es folgt noch eine große Zahl von Aufsätzen, die mehr für sich stehen: Grundt, Über das Prinzip des psychophysischen Parallelismus, Paul, Über psychologisches und grammatisches Subjekt, Mill, Über das Verhältnis der Logik zu den übrigen Wissenschaften und andere. Einige Artikel über ethische und ästhetische Themata von Höffding, v. Hartmann, Ratzel, Volkelt und Liebmann machen den Beschluß. Es ist also eine reiche Auswahl geboten, und der Verfasser tut recht gut daran, im Vorwort anzumerken, daß eine gleichmäßige Berücksichtigung aller angerührten Probleme im Unterricht sich nicht empfehlen würde. Mannigfache Anregung aber zur Erörterung philosophischer Fragen im Unterricht wird das Büchlein jedem vermitteln, der es zur Hand nimmt.

G. Louis.

Grundlinien der Chemie für Oberrealschulen. Von J. Rippel. 1. Teil: Anorganische Chemie. Wien, F. Deuticke, 1905. Geb. K 3,50.

Rippels Grundlinien sind im allgemeinen ein systematisches Lehrbuch. Nach einer kurzen Einleitung, in welcher die Grundgesetze chemischer Umsetzungen an der Hand einiger einfacher Beispiele erläutert werden, werden zuerst Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Kohlenstoff, darauf die übrigen Nichtmetalle nach ihrer Wertigkeit und dann die Metalle nach den Gruppen des periodischen Systems besprochen. — Der gebotene Stoff ist reichhaltig, übersichtlich angeordnet, zuverlässig und bis auf die neueste Zeit vervollständigt, so daß das Lehrbuch ein gutes Hilfsmittel für den Unterricht bilden kann. Weniger einverstanden kann man mit der Behandlung der theoretischen Chemie sein. Das Gesetz der konstanten Verbindungsverhältnisse läßt sich nicht aus einem einzigen Beispiele (Bildung von Fe S) herleiten; es ist notwendig, darauf hinzuweisen, daß das Verbindungsgewicht eine dem Elemente in allen seinen Verbindungen zukommende konstante Größe ist. Die Moleküle und Atome werden als kleinste, durch mechanische bezw. chemische Teilung erhaltliche Massenteilchen definiert, die Atomgewichte werden dann (S. 9) als etwas Gegebenes mitgeteilt und aus diesen (S. 11) ohne Berücksichtigung des Molekulargewichtes die Wertigkeit der Elemente abgeleitet. Auf Seite 22 wird zwar nach einer sehr ausführlichen Herleitung der Gasgleichungen die Avogadro'sche Hypothese erwähnt, jedoch ihre Bedeutung für die Bestimmung des Molekulargewichtes nicht betont. Auch bei den im Anschluß an das Gay-Lussac'sche Volumgesetz angestellten Betrachtungen über die volumetrische Zusammensetzung des Wasserdampfes werden Atom- und Molekulargewicht als richtig bestimmt vorausgesetzt, das Ergebnis ist demnach auch nur ein anderer Ausdruck der Avogadro'schen Hypothese. Die einfachen Beziehungen zwischen Volum- und Verbindungsgewicht sind eine Erfahrungstatsache; daß die Molekulargewichte ( $O_2 = 32$ ) das Doppelte der Volumgewichte ( $O = 16$ ) sind, ist eben der Inhalt der Hypothese. Erst auf Seite 72 ist eine vollständig einwandfreie Herleitung von Atom- und Molekulargewicht gegeben. — Von anderen Methoden zur Bestimmung dieser Größen wird nur noch das Dulong-Petitsche Gesetz erwähnt, merkwürdigerweise im Anschluß an das periodische System; Thermochemie und Theorie der Lösungen finden keine Berücksichtigung.

Für eine neue Auflage mögen noch folgende Bemerkungen Platz finden. Auf S. 10, Zeile 13 v. u. fehlt: auf dieselbe Menge Eisen, Zeile 4 v. u. muß „ganzzahligen“ gestrichen werden. S. 25: Natrium verbrennt zu Superoxyd; S. 145: das käufliche Wasserglas ist  $K_2O, 3-4 SiO_2$ ; Seite 228: Akkumulatoren sollten wohl erwähnt werden.

A. Krause.

Kurzes Lehrbuch der chemischen Technologie (Wärmeerzeugung, Brennstoffe, Wasserreinigung), insbesondere für die maschinen- und elektrotechnischen Abteilungen der höheren Gewerbeschulen. Von Otto W. Fischer, Professor an der K. K. deutschen Staatsgewerbeschule in Brünn. Mit 17 Abbildungen. Wien und Leipzig, Franz Deuticke, 1906. 159 S. K 2,30; geb. K 2,80.

Das vorliegende Buch behandelt zunächst das für die gesamte Technik so wichtige Kapitel der Wärmeerzeugung. Hier folgen wegen der Fülle des auf einen engen Raum zusammengedrängten Stoffs Definitionen, Formeln und Berechnungen einander recht rasch, so daß an die Fassungskraft der Schüler nicht geringe Ansprüche gestellt werden. Daran schließt sich ein Abschnitt über die Brennstoffe, über die natürlichen wie künstlichen, wobei auch die erst in den letzten Jahrzehnten aufgekommene Heizgase als Wassergas, Halbwassergas, Generator- und Gichtgas Berücksichtigung finden. Auffallend ist hier die außerordentlich knappe, von dem Technologischen völlig absehende Betrachtung des Steinkohlenleuchtgases, obgleich zugegeben wird, daß es, wenn auch vorwiegend für Beleuchtungszwecke dargestellt, doch auch als Wärmequelle, namentlich zum Betrieb von Motoren und für Haushaltzwecke, von Wichtigkeit ist. Das dritte Kapitel — Wasserreinigung — schildert die Beschaffenheit und Reinigung des zum Speisen der Dampfkessel sowie für andere gewerbliche Zwecke dienenden Wassers, wobei das so schwierige Problem der Abwässer wenigstens in den grundlegenden Tatsachen behandelt wird. — Ein Mangel des Büchleins ist das Fehlen einer Einleitung oder irgend welcher Vorbemerkungen; daher erfährt der Leser nicht, was der Verf. als Aufgabe der chemischen Technologie betrachtet, und ob er andere Abschnitte dieses Fachs wie Kälteerzeugung, Sprengstoffe u. s. w. später zu behandeln gedenkt. Jedenfalls ist dem kleinen Werke, das überall von großer Sachkenntnis und pädagogischem Geschick zeugt, eine Fortsetzung dringend zu wünschen.

*J. Schiff.*

Die tierischen Gifte. Heft 9 von „Die Wissenschaft“, Sammlung naturwiss. u. math. Monographien.

Von Dr. phil. et med. E. Stanton Faust, Privatdozent der Pharmakologie an der Universität Straßburg. Braunschweig, F. Vieweg u. Sohn, 1906. XIV u. 248 S. M 6,—; geb. M 6,80.

Eine kurze Besprechung dieser Arbeit rechtfertigt sich hier nur vom Standpunkt des chemisch-biologischen Unterrichts aus. Es finden sich darin die im Tierreich so zahlreich vorhandenen Giftstoffe von den Wirbeltieren bis hin zu den Cölenteraten aufs eingehendste und unter genauer Angabe der übrigen wissenschaftlichen Literatur behandelt. Mit besonderer Sorgfalt sind die Schlangenbisse und ihre Therapie besprochen. (Danach kommt dem Alkohol z. B. auch beim Biß der Kreuzotter eine Heilwirkung nicht zu, dagegen hat neuerdings die Serumtherapie in Indien wirkungsvoll eingesetzt.) Auch die Aufzeichnungen über den in den Nebennieren des Menschen enthaltenen Giftstoff Adrenalin oder Epinephrin, über den Giftsporn von Ornithorhynchus, die Giftfestigkeit des Igels, die verschiedenen Wirkungen der Kanthariden, Muraena helena, Miesmuschel u. a. sind sehr interessant gehalten. Überhaupt hat es der Verf. verstanden, seinen Stoff außerordentlich fesselnd zu gestalten, wobei die vielen historischen Angaben gleichfalls mitsprechen, so daß die Anschaffung des Buches für die Zwecke des chemisch-biologischen Unterrichts durchaus zu empfehlen ist.

*O. Ohmann.*

Lehrbuch der Chemie für technische Anstalten. Von Prof. Dr. Düsing, Oberlehrer an der Königl. Höheren Schiff- und Maschinenbauschule zu Kiel. Mit 31 Figuren. Kiel, R. Cordes, 1906. 116 S. Geb. M 2,70.

In dem Buche sind gemäß seiner Bestimmung die Verbrennungsvorgänge, die Fabrikation der verschiedenen brennbaren Gase wie Wassergas, Generatorgas, das Thermitverfahren, die Herstellung feuerfester Steine u. a. eingehender berücksichtigt. Dagegen ist auf das Notwendigste beschränkt die sonst in ähnlichen Büchern so breit behandelte Chemie der Schwefelsäure und der Soda, von der der Verfasser mit Recht bemerkt, daß sie in erster Linie Sache der Angestellten einer chemischen Fabrik ist. Es ist lobenswert, daß das Buch wohl die anfangs genannte Technik stärker berücksichtigt, aber nicht darin aufgeht, denn in Anordnung und Behandlung ist doch im ganzen auch ein Bild von der Chemie als Wissenschaft gegeben. Zu beanstanden ist der Ausdruck „Avogadrosches Gesetz“ (S. 13, als Überschrift), zumal dort ohne Namenangabe erst das Boyle-Mariottesche und das erste Gay-Lussacsche Gasgesetz angegeben werden, so daß nicht erkennbar wird, was eigentlich „Avogadrosches Gesetz“ sein solle. Daß im Buch die Verbindungsgewichte auf  $H = 1$  ( $O = 15,88$ ) bezogen werden, soll ihm keineswegs zum Vorwurf gemacht werden. Im übrigen erscheint das Buch seinen Zwecken sehr gut angepaßt.

*O. Ohmann.*



## Versammlungen und Vereine.

### 78. Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte in Stuttgart 1906.

#### I. Die Unterrichtsverhandlung.

In der Hauptversammlung am 17. September legte Prof. GUTZMER-Halle den zweiten Bericht der Unterrichtskommission vor, der inzwischen auch als besondere Schrift (Reformvorschläge für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht, Teil II, B. G. Teubner, Leipzig 1906, 73 S.) erschienen ist. Der allgemeine Bericht, den Prof. Gutzmer erstattete, gab zugleich eine Übersicht über die Hauptpunkte des größeren, aus einer Reihe von Einzelberichten zusammengesetzten Berichts. Der Vortragende wies auf die in fast allen Kulturländern aufgetretene Bewegung hin und führte aus, daß es sich nach der Schulreform von 1900 einerseits um die Durchführung der tatsächlichen Gleichberechtigung der drei höheren Lehranstalten, andererseits um die zweckmäßige Ausgestaltung der Eigenart der einzelnen Schulgattungen handle, wobei es namentlich darauf ankomme, dem mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht die Geltung zu sichern, die ihnen heute zukomme.

Gelegentlich eines kurzen Rückblicks auf die Meraner Vorschläge von 1905 kam der Vortragende nochmals auf die Frage des biologischen und chemischen Unterrichts am humanistischen Gymnasium zu sprechen. Die Zahl der Gymnasien habe in den letzten Jahren durchaus nicht etwa einen Rückgang, sondern einen erheblichen Zuwachs erfahren. Die weit überwiegende Mehrzahl der Männer, die später in leitende Stellungen eintreten, verdankten seither ihre Schulbildung dem Gymnasium und erfuhren damit eine vorwiegend sprachliche Ausbildung. Die Kommission kann es nicht als richtig anerkennen, daß alle diese Männer auch in Zukunft wie bisher ohne ausreichende, für das Verständnis des modernen Lebens und seiner Bedürfnisse unerläßliche naturwissenschaftliche Bildung die Schule verlassen dürfen. Sie muß vielmehr unter den gegebenen Verhältnissen die Einführung des biologischen und chemischen Unterrichts auch in die oberen Klassen des Gymnasiums mit aller Entschiedenheit fordern.

In betreff der neunklassigen Reformschulen kennzeichnet der Vortragende den eigentümlichen Nachteil, der an diesen Anstalten für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht daraus erwächst, daß der Schwerpunkt des sprachlichen Unterrichts nach den oberen Klassen hin verschoben ist. Demgegenüber hält die Kommission auch für diese Anstalten an den Forderungen der Meraner Vorschläge fest. Sie erachtet deren Durchführung in dem gleichen Umfange, wie sie ihn für die neunklassigen Schulen älteren Schlages gefordert hat, für nötig und zugleich für möglich, ohne daß dadurch die wirklich berechtigten Interessen der sprachlichen Lehrfächer geschädigt würden.

In betreff der sechsklassigen Realschulen geht die Ansicht der Kommission dahin, daß diese Anstalten nicht bloß als Oberrealschulen, denen die drei obersten Klassen fehlen, zu behandeln seien, sondern daß ihrem Lehrplan, jedenfalls soweit Mathematik und Naturwissenschaft in Betracht kommen, eine selbständige Ausgestaltung zu geben sei. Gegenüber vorhandenen Neigungen, auch auf den Realschulen den sprachlichen Unterricht stärker in den Vordergrund zu stellen auf Kosten der naturwissenschaftlichen Fächer, sieht sich die Kommission veranlaßt, zu betonen, daß ihr eine Vermehrung der naturwissenschaftlichen Unterrichtsstunden durchaus erforderlich erscheint. Gerade im Hinblick auf die außerordentliche Bedeutung der Naturwissenschaften namentlich für Gewerbe und Industrie einerseits und mit Rücksicht auf die kurze Schulzeit andererseits erscheint diese Forderung als durchaus berechtigt. Nach Ansicht der Kommission ließe sich das praktisch erreichen, indem die Realschulen die sprachliche Bildung, deren Bedeutung natürlich gewiß nicht bestritten werden soll, nach der formal-grammatischen Seite hin einschränkten. Es werden außer den bereits für Naturbeschreibung vorgesehenen zwei Stunden durch alle Klassen noch für Chemie in den beiden obersten Klassen je 2 Stunden, für Physik in den drei obersten Klassen je 2 Stunden verlangt und diese Forderungen in dem Sonderbericht über den Gegenstand eingehend motiviert; auch findet sich hier eine Reihe von methodischen Bemerkungen, aus denen namentlich hervorgehoben sei, daß es für zweckmäßig erklärt wird, den Unterricht in der Elektrizitätslehre auf die oberste Klasse zu verlegen. Für Mathematik wird keine Vermehrung der Stundenzahl verlangt, aber vorgeschlagen, daß auch in den oberen Klassen noch ein Teil der Stunden auf die Übung im Rechnen verwandt wird. Den praktischen Schülerübungen wird auch an diesen Schulen große Bedeutung beigemessen, und die Kommission regt an, durch Pflege dieser Übungen die vielfach vorhandenen Bestrebungen auf Erzielung einer gewissen Handfertigkeit zu dem wissenschaftlichen Unterrichte in Beziehung zu setzen. Ja, es wird empfohlen, eine der mathematischen Stunden auf solche Schülerübungen zu verwenden, da ja das praktische Rechnen mit selbstgemessenen Größen eine interessante und lehrreiche Seite dieser Übungen bildet.

Über den Unterricht an Volksschulen, Fortbildungsschulen, Fachschulen und Lehrerseminaren werden nur kurze Bemerkungen gemacht, immerhin aber die Wichtigkeit eines sachgemäßen Betriebes des naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterrichts durch fachmännisch vorgebildete Lehrer an den Lehrerseminaren nachdrücklichst hervorgehoben.

Eingehender beschäftigt sich der Bericht mit der Reform des Mädchenschulunterrichts. Die Kommission bekennt sich zu der Auffassung, daß der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht an den höheren Mädchenschulen der Verschiedenheit der Beanlagung der beiden Geschlechter gemäß auch eine Verschiedenheit der Darbietung des Lehrstoffs aufweisen muß, daß also der Mädchenschulunterricht in dieser Hinsicht nicht ohne weiteres mit dem Knabenunterricht übereinstimmen solle. Wohl aber sollen Umfang und Zeit des naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterrichts mit dem der Knabenschulen übereinstimmen, ja mit Rücksicht auf die große Rolle der Naturwissenschaften im Haushalt und in der Hygiene des Hauses und der Familie eher ein gewisses Mehr aufweisen. Insbesondere legt die Kommission Wert darauf, daß der natürlichen Beanlagung der Mädchen zu feinsinniger Beobachtung und Kombination durch eine Stärkung des biologischen Unterrichts Rechnung getragen werde. Den Mädchenlyzeen sei dasjenige Maß von naturwissenschaftlichem und mathematischem Unterricht zuzubilligen, das die Kommission für die sechsklassigen Realschulen als sachgemäß gefordert hat.

Schließlich wendet sich der Bericht zur Erörterung einiger allgemeiner Fragen der Schulhygiene. Die Schädigungen, denen Schüler mit besonderer individueller Veranlagung dadurch ausgesetzt sind, daß von ihnen behufs Erzielung gleichmäßiger Durchbildung einer größeren Klasse Leistungen verlangt werden, zu denen ihr Gehirn entweder gar nicht oder nur mit äußerster Anstrengung fähig ist, und die eine der Ursachen der zunehmenden Nervosität und der leichten Erschöpfbarkeit bilden, haben die Kommission zu dem Wunsche geführt, daß 1. Schulärzten eine Mitwirkung bei der Aufsicht über Schulen und Schüler eingeräumt werde; daß 2. die Lehrer planmäßig mit den Grundzügen der Schulhygiene und der Lehre von der geistigen Entwicklung des Menschen und deren Variabilität bekannt gemacht werden; daß 3. eine geeignete Kompensation der Leistungen der Schüler zugelassen werde, der verschiedenen geistigen Veranlagung entsprechend, und daß 4. der verschiedenen geistigen Ermüdbarkeit Rechnung getragen und die transitorische leichtere Erschöpfbarkeit nach Infektionskrankheiten berücksichtigt werde.

In betreff der Überbürdung befürwortet die Kommission, die Winterthurer Versuche mit dem Vierzigminuten-Betrieb exakt und kritisch nachzuprüfen, da es bei diesem Betrieb möglich sein würde, den Unterricht bei ausreichenden Erholungspausen auf den Vormittag zu beschränken. Ferner würde die Überbürdung geringer sein, wenn das Übermaß des fremdsprachlichen Unterrichts dadurch eingeschränkt würde, daß wie in Österreich und auch ursprünglich an unseren Gymnasien vor 100 Jahren nicht mehr als zwei Fremdsprachen allgemein verbindlich gelehrt würden, wenn weiterhin die Sonntage und Ferien wirklich der Erholung vorbehalten blieben, und wenn schließlich bei dem Abiturientenexamen, über dessen Notwendigkeit zurzeit lebhaft diskutiert wird, weniger Wert auf das Ansammeln einer Überfülle von Einzelkenntnissen gelegt würde.

Die Kommission macht aber auch auf die mannigfachen Ursachen der Überbürdung aufmerksam, die außerhalb des Schulbetriebes liegen, und geht in diesem Zusammenhange auf die Frage der sexuellen Aufklärung näher ein, über deren Handhabung sie ein besonderes Merkblatt verfaßt hat.

Eine erfreuliche Tatsache ist das Entgegenkommen, das bisher das preußische Unterrichtsministerium den Bestrebungen der Kommission entgegengebracht hat, die Kommission richtet darauf bauend den lebhaften Appell an die Regierungen der deutschen Staaten, die Durchführung von Versuchen in größerem Stil selbst in die Hand zu nehmen, und spricht auch die Zuversicht aus, daß der deutsche Oberlehrerstand, der noch nie versagt hat, wenn es eine ideale Aufgabe zu lösen galt, auch an der vorliegenden Kulturaufgabe tatkräftig mitarbeiten werde.

In der an den Vortrag anschließenden Verhandlung fanden die Vorschläge der Kommission einhellige Zustimmung; diese wurde für ein fernerer Jahr mit der Aufgabe betraut, ihre Wirksamkeit im Interesse der bisher gemachten Vorschläge fortzusetzen und die noch unerledigt gebliebenen Gegenstände, so die Bearbeitung der an die höheren Anstalten versandten Fragebogen und die Frage der Vorbildung der Fachlehrer durch die Hochschule, zu erledigen.

Eine besondere „Unterrichtssitzung“ fand am Mittwoch, den 19. September, in Anwesenheit des württembergischen Ministers v. Fleischhauer und mehrerer Räte seines Ministeriums statt; es nahmen daran zahlreiche Vertreter mathematischer und naturwissenschaftlicher Fächer an Hochschulen und höheren Schulen teil.

Nachdem Herr Geh.-Rat KLEIN-Göttingen kurz über die Arbeiten der Unterrichtskommission

berichtet, teilt Oberstudienrat REIFF-Stuttgart mit, daß in den neuesten württembergischen Lehrplänen von 1906 der biologische Unterricht an den Gymnasien mit 2 Stunden in O I eingeführt sei, während die Physik schon mit U I abschließe. Demgegenüber wird im Lauf der Diskussion von Herrn Prof. HAAS-Stuttgart bemerkt, daß damit die Physik allerdings ungenügend bedacht sei.

Herr Geh.-Rat KLEIN setzt darauf das Prinzip der „spezifischen Allgemeinbildung“ auseinander und stellt die Fragen, wie man sich zu diesem Prinzip stelle, und ob es richtig sei, die Mathematik im Verhältnis zur Naturwissenschaft so stark zu bevorzugen wie in Württemberg. Diese Bevorzugung sei vermutlich ein Erbstück des von den Franzosen geschaffenen Systems technischer Erziehung; doch mehrten sich selbst in Frankreich die Stimmen, die eine stärkere Heranziehung der Naturwissenschaft verlangen und das Zurückbleiben der französischen Industrie mit der Einseitigkeit der Vorbildung in Verbindung bringen.

Baudirektor v. BACH-Stuttgart spricht sich im Interesse der Erhaltung der Arbeitskraft unserer Jugend gegen die Vielheit der Anforderungen aus und befürwortet, daß der Vorsprung, den die Oberrealschüler durch ihre Vorbildung haben, auch im Lehrplan der technischen Hochschulen Berücksichtigung finde.

Herr Prof. ERNST-Stuttgart stimmt ebenfalls dem Prinzip der spezifischen Allgemeinbildung zu, insbesondere in bezug auf die dadurch ermöglichte Verschiedenheit der Vorbildung. Die Schule könne die Allgemeinbildung nur fundieren, erst das praktische Leben mit seiner Fülle von Wechselbeziehungen und Interessen führe zu voller Allgemeinbildung. Was den Vergleich mit den Franzosen betrifft, so glaubt der Vortragende an eine bessere Rassebegabung der Deutschen für den Maschinenbau.

Herr Prof. v. BRILL-Stuttgart ist für größeren Spielraum für die Schüler der höheren Lehranstalten; er würde die 6 Stunden Mathematik, auf die die Unterrichtskommission an den Realgymnasien zugunsten der Naturwissenschaft verzichten will, lieber ganz streichen und auf den Oberrealschulen die Differential- und Integralrechnung ganz preisgeben, damit die jungen Leute mehr freie Hand zum Arbeiten nach persönlicher Initiative bekommen.

Herr Geh.-Rat CHUN empfiehlt ebenfalls, die „spezifische Energie“ des einzelnen, d. h. die spezielle Begabung mehr zu berücksichtigen. In betreff der Biologie bemerkt er, daß deren Zurückdrängung die Jugend auf gefährliche Abwege in ihrer Beurteilung des Gegenstandes führe. Herr Prof. FRICKÉ-Bremen tritt lebhaft für die Biologie, Prof. DUISBERG-Elberfeld für stärkere Berücksichtigung der Physik und Chemie auch an den Gymnasien ein.

Herr Rektor FLATT-Basel spricht sich gegen die einseitige intellektuelle Ausbildung aus sowie für Verbesserung der Methoden des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Richtung auf selbständige Betätigung der Schüler und setzt den Lehrgang an der oberen Realschule zu Basel auseinander.

Die Herren Prof. FISCHER-München, GUTZMER-Halle, BÖRNSTEIN-Berlin und KAUFMANN-Bonn sprechen sich über den Bildungswert der Physik aus sowie im besonderen für Einführung der Schülerpraktika und für bessere Ausbildung der Lehramtskandidaten in der Handhabung der Schulapparate. Zum Schluß setzt Geh.-Rat KLEIN-Göttingen die Ziele der angestrebten Reform des mathematischen Unterrichts auseinander sowie weitere Pläne im Interesse der Unterrichtsreform.

### Naturwissenschaftlicher Ferienkursus in Frankfurt a. M.

Vom 8. bis 20. Oktober 1906.

Die Teilnehmer am Kursus wurden am 8. Oktober durch den stellvertretenden Vorsitzenden des „Physikalischen Vereins“ Herrn Dr. RÖSSLER begrüßt.

Herr Prov.-Schulrat Dr. KAISER eröffnete darauf den Kursus im Auftrage des Königlichen Provinzial-Schulkollegiums zu Cassel durch eine längere Ansprache, in der er insbesondere dem Physikalischen Verein den Dank der Schulbehörde für die Veranstaltung des Kursus aussprach.

Der Herr Redner ging darauf näher auf die neueren Bestrebungen zur Förderung des naturwissenschaftlichen Unterrichts und namentlich auf die Bemühungen der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte ein. Er sagte etwa folgendes:

„Was in dem Meraner Kommissionsberichte über die hohe Bedeutung des naturwissenschaftlichen Unterrichts für die Jugend, was über die Ziele und Wege des Unterrichts gesagt ist, muß anerkannt werden. Wenn wir diese wohl abgewogenen und abgeglichenen Vorschläge ansehen, so können wir rückhaltlos grundsätzlich zustimmen; und doch erheben sich schwerwiegende Bedenken. Wie sollen diese Forderungen verwirklicht werden? Für das Gymnasium wird Verstärkung der Stundenzahl, an dem Realgymnasium werden physikalische Schülerübungen gefordert. Wenn diese

auch wahlfrei gedacht sind, wird das durchzuführen sein? Können wir unseren Schülern ein Mehr an Stundenzahl zumuten? Wenn es auch heißt: wahlfrei; wir würden mit allem verfügbaren Druck darauf halten, daß alle Schüler sich beteiligen. Aber jeder, der selbst Kinder in die Schule schickt, weiß, wie außerordentlich beschränkt die freie Zeit ist. Da geht meine Sorge so weit, daß ich erklären muß: eine Mehrbelastung darf nicht geduldet werden. Es muß hier eine Grenze gezogen werden, die sich ergibt aus der Leistungsfähigkeit und aus der Rücksicht auf das leibliche Wohl des Schülers. Ich will mich damit nicht etwa grundsätzlich dagegen aussprechen. Ich möchte auf einen Weg hindeuten, wie den Forderungen wenigstens zum Teil entsprochen werden kann. Zuvor noch ein Wort über die Methode des physikalischen Unterrichts: Wenn die Meraner Berichte fordern, der physikalische Unterricht soll experimentell und nicht mathematisch sein, so stimmen wir alle zu. So selbstverständlich es auch erscheint, daß das Experiment die Grundlage ist, so ist es doch zu betonen. Auch heute noch kann man wahrnehmen, daß ähnlich wie vor 40 Jahren der physikalische Unterricht sich gern in eine beschauliche Ecke zurückzieht und eine Aufgabe an die andere knüpft, Aufgaben von fraglichem Bildungswert, die die Zeit für Wichtigeres wegnehmen. Wir betonen: das Experiment muß die Seele des Unterrichts sein. Die Erscheinungen müssen durch das Tor der Sinne in die jugendlichen Geister einziehen! Damit ist nicht geleugnet, daß auf der Oberstufe die Notwendigkeit hervortritt, die Gesetze in Formeln zu fassen. Es wird auch die Notwendigkeit anerkannt werden müssen, daß Aufgaben gelöst werden, damit die Formeln lebendiges Eigentum des Schülers werden, damit der Schüler im Bemühen, sie zu lösen, seine Kraft erkennt und wachsen sieht. Aber wenn die Mathematik einseitig vorherrscht, so ist das verkehrt. Das eigentlich Mathematische soll tunlichst im mathematischen Unterricht erledigt werden.“

„Ich komme nun zurück zu den Forderungen bezüglich der Mehrstundenzahl und der Schülerübungen. Wenn wir schwerlich in der Lage sind, die Zahl der Stunden zu vermehren, so müssen wir eben die innere Qualität des Unterrichts heben, unsere Methode verbessern. Es ist mir kein Zweifel, daß ein guter Unterricht, wenn er das Schwergewicht auf das Experimentelle legt, in den zu Gebote stehenden 2 Stunden mehr leisten kann als ein mäßiger in 3 und mehr Stunden. Die innere Güte des Unterrichts wird im wesentlichen auf 2 Punkten beruhen: auf der Wirksamkeit der Versuche, die um so wirksamer sind, je einfacher sie sind, und auf einem klaren und faßlichen Vortrag, so daß die Schüler mit Verständnis folgen können.“

„Betreffs der Schülerübungen muß ich bemerken: Gewiß ist ein Versuch, den man selbst anstellt, viel lehrreicher und bildender als ein solcher, den mir ein anderer vorführt. Von diesem Gesichtspunkt aus ist es von Wichtigkeit, daß auch die Schüler zu Eigenversuchen angeleitet werden. Aber welche Schwierigkeiten stehen dem in der Praxis entgegen! Gern und mit Dank erkenne ich den Eifer der Lehrer an. Auch nehme ich an, daß wir Leute besitzen, die ihr Handwerk gründlich verstehen und imstande sind, die experimentellen Versuche mehrerer Schüler gleichzeitig zu übersehen und zu dirigieren. Doch solche Persönlichkeiten sind schwer zu finden.“

„Und dann! Woher die Plätze, die Einrichtungen, die Apparate? Die finanziellen Schwierigkeiten würden schließlich noch am ersten zu überwinden sein. So meine ich denn: Wenn die höchste Forderung auch nicht gleich zu erreichen ist, so können wir unser Ziel vielleicht allmählich in einfacherer Weise erreichen. Auch schon heute kann man im Sinne des Gewollten wirken, indem man die Schüler an den vorzuführenden Versuchen sich beteiligen läßt; nicht nur indem man den einen oder den andern die Angaben der Instrumente ablesen läßt, sondern dadurch, daß die Schüler mit hantieren, daß Schüler die Apparate mit bereitstellen helfen, oder daß dieser oder jener einen Versuch wiederholt. Das wird schon wirksam sein. Die helfenden Schüler werden gewahr werden, welche Vorsicht und Umsicht, wie viel Überlegung und Geduld zur Vorbereitung und Ausführung vieler Versuche gehören, wie nahe beieinander die Gedanken wohnen und wie hart im Raume sich die Sachen stoßen. Die anderen Schüler werden sich gewiß eifrig an der Kritik beteiligen. So wird denn auch die Gesamtheit einen Gewinn haben.“

„Dann, meine Herren, dürfen wir nicht außer acht lassen, daß der naturwissenschaftliche Unterricht nicht allein dasteht, daß er im Gegenteil den Zusammenhang mit den übrigen Bildungsfächern stets zu wahren, daß er nicht etwa die Aufgabe hat, eine Fülle einzelner Kenntnisse zu übermitteln, sondern dazu dienen soll, die allgemeine Bildung harmonisch zu gestalten und abzurunden, so daß der Reifeprüfling weiß, welche Kräfte wirksam sind, um das Wesen der heutigen Kulturentwicklung auszumachen.“

„Weiter ist zu beachten: Wie heute hinsichtlich der Steigerung der Leistungen im mathematischen Unterricht das Schlagwort ist „Gewöhnung an funktionales Denken“, so kann das auch Motto des physikalischen und chemischen Unterrichts werden, und vielleicht ist hier die Erreichung dieses Zieles wesentlich leichter und einfacher. Wenn im Versuch gezeigt wird, wie gewissen Voraussetzungen gewisse Wirkungen entsprechen, wie durch Hinwegnehmen der einen oder durch Hinzu-

setzen der anderen Voraussetzung auch bestimmte Änderungen der Wirkungen eintreten, so wird das Abhängigkeitsverhältnis mit den Augen geschaut, so wird der Begriff der Funktion leicht in das Verständnis der Schüler eindringen.“

„Auch die Stärkung des Raumsinns erfolgt in der Physik in wirksamer Weise. Ich erinnere an die Schwierigkeiten, mit denen die Vorstellung der magnetischen und elektrischen Kraftfelder verbunden ist.“

„Weiter soll sich der Physikunterricht dem allgemeinen Rahmen anpassen dadurch, daß er historisch verfährt und den Schülern zeigt, wie mühsam die Kenntnisse errungen sind, die heute so selbstverständlich erscheinen. Dann werden sie gewahr werden, welche ungeheure Arbeit die vorhandenen Forschungsergebnisse darstellen und welche von Begeisterung getragene Arbeitsfreudigkeit nötig war, um jene Arbeit zu leisten.“

„Der physikalische Unterricht soll aber auch philosophisch sein. In keiner Disziplin wird der Unterschied zwischen Induktion und Deduktion so deutlich zutage treten wie in Physik und Chemie. Die Biologie verfährt auch induktiv, aber sie hat es doch nicht so in der Gewalt zu zeigen, wie auf eine gewisse Voraussetzung auch die bestimmte Wirkung eintreten muß.“

„Dann wird als Ziel des Unterrichts hingestellt: ein kosmologisches Weltbild. Wir wollen annehmen, wir bringen es so weit. Dann wollen wir aber zugleich dem Schüler anziehen die Sokratische Weisheit: ich weiß, daß ich nichts weiß. Er muß gewahr werden, wo die Grenzen unseres Wissens und Erkennens sind, er muß eine Grenze gegen das Metaphysische, eine Grenze für das Kausalitätsgesetz finden, das versagt, wenn es sich darum handelt, aus mechanischen Vorgängen das Arbeiten des Geistes zu erklären. Wir werden so die Schüler erziehen zu wahrhafter Bescheidenheit. Je deutlicher wir ihnen die Grenzen zeigen, um so fester werden wir sie auf das Gebiet stellen können, das der Naturwissenschaft zugänglich ist. Und ihr Wahrhaftigkeitssinn wird geschärft werden für die Tatsachen der Wirklichkeit. Das ist auch der Zug unserer Zeit. Damit ist zugleich ein ethischer Gewinn verbunden. Der Schüler redet nichts in den Tag hinein, wenn er gewöhnt wird, die Dinge so aufzufassen, wie sie sich ihm durch seine Sinne tatsächlich darstellen. . .“

Hierauf hieß auch Herr Oberrealschuldirektor Dr. BODE zugleich im Namen des Herrn Oberlehrers Dr. BOLLER die Teilnehmer willkommen und knüpfte daran ebenfalls einige allgemeine Erörterungen an:

„Mit dem Herrn Vorredner stimmen auch wir den Forderungen der Meraner Berichte zu, daß wir Naturwissenschaft in der Physik treiben, daß wir durch Anschauung und Experiment unsere Jugend zum Beobachten erziehen sollen. Doch, wer gern experimentiert und so zu erreichen sucht, daß die Schüler richtige Schlüsse ziehen, der weiß auch, daß ein solcher Unterricht viel mehr Zeit erfordert als ein Unterricht an der Hand eines Kapitels des Lehrbuches. Zu dem richtigen Unterricht auf allen Gebieten fehlt in den Lehrplänen die Zeit. Im Göttinger Kursus hat Herr Kollege Bohnert erklärt, daß er trotz dreier Unterrichts- und zweier Übungsstunden das Gebiet der Physik nicht durcharbeiten könne. Was bleibt da anderes übrig, als daß wir Grimsehl und Bohnerts Vorschläge folgen und auswählen. Wir müssen aber ein Gebiet durcharbeiten, das auch Ausblicke auf andere zuläßt. Keines erscheint nun geeigneter dazu als die Elektrotechnik, die Brücken darbietet zur Mechanik, Wärmelehre, Akustik und Optik. . . .“

„An dem Wert der Schülerübungen zweifelt kein Mensch. Aber diejenigen täuschen sich, die da glauben, daß solche Übungen den Unterricht zu ersetzen imstande seien. Ich behaupte, daß nicht 1% der Lehrer solche Übungen veranstalten kann. Dazu gehört Beherrschung des Faches und manuelle Geschicklichkeit, die uns nicht anezogen sind. Wir müssen unser Augenmerk auf den Nachwuchs richten und sorgen, daß er dazu erzogen wird, so daß das ersehnte Ideal des Unterrichts nach und nach erreicht werden kann. Was dazu beitragen kann, das haben wir versucht in unseren Kursus aufzunehmen. Auch Hochschulprofessoren geben zu, daß die Ausbildung der Lehrer auf der Universität nicht hinreicht. Drude hatte die Absicht, einen Kursus in Berlin einzurichten, in dem die heranzubildenden Lehrer von Grund aus geübt werden sollten. Sein überaus beklagenswerter früher Tod hat leider die Verwirklichung seines Planes wieder in die Ferne gerückt. . . .“

Die Reihe der Vorlesungen begann Herr Prof. Dr. FREUND. In der ersten Stunde sprach er über das Element Ca; in den nächsten Stunden entwickelte er an der Hand zahlreicher Versuche die Grundlagen der Chemie vom Standpunkt der Ionenlehre und des Massenwirkungsgesetzes und gab schließlich eine Übersicht über die heutige chemische Technik in Deutschland, wobei er die Gewinnung der Teeröle, der Anilinfarben, insbesondere des Indigo zeigte.

Herr Obergeringieur MARXEN von der Firma Hartmann & Braun sprach in zwei doppelstündigen Vorträgen über die Bestimmung der Empfindlichkeit elektrischer Meßinstrumente und die

Abgrenzung der Bereiche ihrer Brauchbarkeit in Anlehnung an eine Reihe von Versuchen, deren Schaltungsschemata den Hörern von der Firma Hartmann & Braun in einem gedruckten Heftchen überreicht wurden.

Herr Dr. HEUSE, Assistent am Physikalischen Verein, behandelte die neueren Anschauungen über die Leitung der Elektrizität in verdünnten Gasen auf Grund der Ionentheorie, zeigte die Eigenschaften der Kathoden-, Kanal- und Becquerelstrahlen und die Fortpflanzung elektromagnetischer Impulse. (Versuche von Feddersen, Hertz, Lecher.)

Herr Dr. DÉGUISNE, Dozent am Physikalischen Verein und Leiter der Elektrotechnischen Lehr- und Untersuchungsanstalt, sprach in 6 Doppelstunden über die Erscheinungen der strömenden Elektrizität: Kirchhoffs, Ohms Gesetze — Joulesche Wärme — elektrische Energie — magnetische Kraftlinien — Ohms Gesetz in magnetischen Kreisen — magnetische Energie — Verhalten einer Spule bei unterbrochenem Strom — Betrieb des Induktoriums mit den üblichen Unterbrechern unter Darstellung mit dem Oszillographen — Kondensator — Resonanzerscheinungen bei der Verbindung von Spule mit Kondensator — Thompsons Schwingungskreis — Wellen — Indikatoren — drahtlose und abgestimmte Telegraphie.

Herr Prof. Dr. EPSSTEIN, Oberingenieur der Felten- & Guillaume-Lahmeyer A.-G., hielt einen Vortrag über die Materialien im Dynamobau und ihre Untersuchung, Herr Dr. HARTMANN-KEMPF über elektro-akustische Resonanz und die jetzt üblichen Zähler der Frequenzen von elektrischen Schwingungen und mechanischen Rotationen.

Die elektrotechnischen Übungen, deren Oberleitung Herr Dr. DÉGUISNE hatte, und an denen sich 20 Herren in 4 Gruppen beteiligten, erstreckten sich in  $8 \times 3$  Stunden auf Eichung von Ampere- und Voltmetern, Widerstandsmessungen an Voltmetern und Glühlampen, Widerstandsbestimmungen mit der Wheatstoneschen Brücke, Messung der Feldstärke mit Wismutspirale und ballistischem Galvanometer, Eichung dieses Galvanometers, Bestimmung der Streuung von Kraftlinien und Bremsversuche an Gleichstrom-, Wechselstrom- und Drehstrom-Motoren.

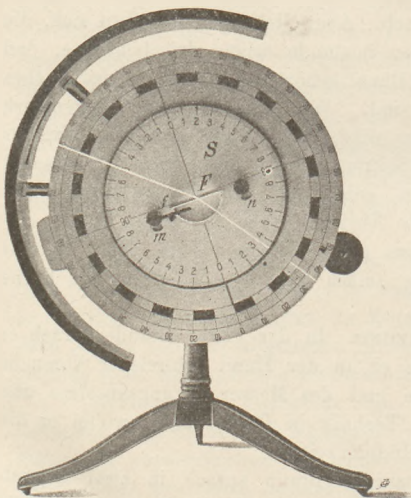
Die Nachmittage wurden zur Besichtigung wissenschaftlicher und technischer Institute verwandt, so der reichen Senckenbergischen Sammlungen, des Neubaus des physikalischen Instituts des Vereins, der Klinger-Oberrealschule und des Wöhler-Realgymnasiums, wo Prof. Dr. BENDER unter anderen trefflichen Versuchen die Teslaschen (mit Hilfe einer Röntgenröhre) und die Seibtschen (mit Hilfe des Thompsonschen Schwingungskreises) vorführte. An technischen Instituten wurden das städtische Elektrizitätswerk, die Fabriken W. C. Heraeus in Hanau (Bearbeitung des Aluminiums, des Quarzes und der Edelmetalle), Hartmann & Braun (elektrische Meßinstrumente), Felten- & Guillaume-Lahmeyer-Werke (elektrische Motoren) und die Niederlage der Firma Zeiß (Jena) besichtigt.

Gerhardt, Potsdam.

## Mitteilungen aus Werkstätten.

### Eine Ergänzung zu Hartls optischer Scheibe.

Mitteilung von W. J. Rohrbecks Nachfolger in Wien I, Kärntnerstr. 59.



Hartls optische Scheibe ist neuerdings durch eine für die Lichtbrechung in Flüssigkeiten bestimmte Vorrichtung ergänzt worden. Dieselbe besteht aus einer mit Gradteilung versehenen Pappscheibe *S*, die mit zwei kurzen Knopfschrauben *m* und *n* konzentrisch an der optischen Scheibe befestigt wird. Ein halbkreisförmiger Ausschnitt dient zur Aufnahme halbzyllindrischer Wannen *F*, die mit verschiedenen Flüssigkeiten gefüllt sind, und die durch einen in den Knopf *m* eingeschraubten federnden Bügel *f* festgehalten werden. Da der Preis einer solchen Wanne nur 6 Kronen beträgt, so kann man ohne allzuhohe Kosten 3 oder 4 solcher Wannen anschaffen und mit verschiedenen Flüssigkeiten füllen, welche dann stets versuchsbereit sind. Das Auswechseln erfolgt durch einen einfachen Handgriff, und es genügen wenige Minuten, um mit mehreren Flüssigkeiten Versuchsreihen über Brechung und Bestimmungen der Brechungsquotienten durchzuführen. Die Versuche erfahren keine Störung,

wenn beim Füllen der Wanne eine kleine Luftblase bleibt. Diese wandert, da die Wanne fast immer schräg steht, in die obere Ecke und fällt daher außerhalb des Strahlenganges. Die Vorrichtung wird mit drei Wannen für K. 22. — M 18,80 geliefert.

### Bei der Redaktion eingegangene Bücher und Schriften.

**E. Mach**, Erkenntnis und Irrtum. Skizzen zur Psychologie der Forschung. Zweite durchgesehene Auflage. Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1906. 474 S. M 10,—, geb. M 11,—. — **C. R. Mann** und **G. R. Twiss**, Physics. Chicago, Scott, Foresman and Co., 1906. 453 S. — **E. Jochmann**, **O. Hermes** und **P. Spies**, Grundriß der Experimentalphysik. 16. verbesserte Auflage. Berlin, Winkelmann und Söhne, 1906. 512 S. M 5,50. — **W. Müller-Erbach**, Physikal. Aufgaben für die oberen Klassen höherer Lehranstalten und für den Selbstunterricht. 3. verbesserte und vermehrte Auflage. 179 S. M 2,40. — **W. Bernbach**, Der elektrische Strom und seine wichtigsten Anwendungen. 3. umgearb. und stark vermehrte Auflage. Leipzig, Otto Wigand, 1906. 445 S. M 12,—. — **J. Sahulka**, Erklärung der Gravitation, der Molekularkräfte, der Wärme, des Lichts, der magnetischen und elektrischen Erscheinungen aus gemeinsamer Ursache usw. Wien, Carl Fromme, 1906. 173 S. M 5,—. — **M. Le Blanc**, Lehrbuch der Elektrochemie. 4. verm. Auflage. Leipzig, Oskar Leiner, 1906. 319 S. M 6,—, geb. M 7,—. — **J. R. Rydberg**, Elektron der erste Grundstoff. 30 S. Berlin, W. Junk, M 1,—. — **R. Meyer**, Jahrbuch der Chemie. XV. Jahrg. 1905. Braunschweig, Fr. Vieweg und Sohn, 1906. 595 S. — **Fréd. Swarts**, Cours de Chimie organique. Paris, Librairie A. Hermann, 1906. 665 S. Frs. 15,—. — **F. W. Küster**, Lehrbuch der allgemeinen, physikalischen und theoretischen Chemie, in elementarer Darstellung für Chemiker, Mediziner usw. Vollständig in etwa 12 Lieferungen à M 1,60. 1. Lieferung 64 S. Heidelberg, Carl Winter, 1906. — **M. Demstedt**, Anleitung zur vereinfachten Elementaranalyse. 2. Auflage. Hamburg, Otto Meißner, 1906. 98 S. M 2,40. — **W. H. Schultze**, Lehrbuch für den chemisch-mineralogischen Unterricht an Realschulen und Gymnasien. 2. verbesserte Auflage. Hannover, O. Goedel, 1906. 159 S. M 2,—. — **K. List** und **O. Hergt**, Leitfaden der Chemie. 1. Teil: Anorganische Chemie. 7. Auflage. Heidelberg, Carl Winter, 1906. 184 S. Geb. M 2,80. — **R. Weinland**, Anleitung für das Praktikum in der Maßanalyse usw. 2. Aufl. Tübingen, C. F. Mohr, 1906. M 2,50. — **G. Scheffers**, Lehrbuch der Mathematik für Studierende der Naturwissenschaften und der Technik. Mit 344 Fig. Leipzig, Veit & Co., 1905. M 16,—. — **Dittrich**, Chemisches Praktikum für Studierende der Naturwissenschaften. Heidelberg, Carl Winter, 1906. M 5,—. — **Max Wolff**, Stereoskopbilder vom Sternhimmel (Tafel 1—12). Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1906. M 5,—. — **J. M. Eder**, Ausführliches Handbuch der Photographie. 3. gänzlich umgearb. und vermehrte Auflage. In Lieferungen à 1 M. 1. Lieferung 48 S. Halle a. S., Wilhelm Knapp, 1906. — **J. M. Eder**, Jahrbuch für Photographie und Reproduktionstechnik für das Jahr 1906. XX. Jahrg. Halle a. S., Wilhelm Knapp, 1906. 691 S. und 31 Kunstbeilagen. M 8,—. — **O. Stille**, Steinkohlenindustrie. (Nationalökonomische Forschungen aus dem Gebiet der großindustriellen Unternehmungen, Bd. II.) 357 S. M 8,—, geb. M 9,—. — **M. Girndt**, Technik und Schule, Beiträge zum gesamten Unterricht an technischen Lehranstalten. In zwanglosen Heften. I. Bd. 1. Heft. Leipzig, B. G. Teubner, 1906. 64 S. M 1,60. — Sammlung naturwissenschaftlich-pädagogischer Abhandlungen. Bd. II, Heft 6: **O. Meißner**, Die meteorologischen Elemente und ihre Beobachtung. 94 S. M 2,60. **P. Henkler**, Der Lehrplan für den Unterricht in Naturkunde. 44 S. M 1,—. Leipzig, B. G. Teubner, 1906. — **Th. Newst**, Einige Weltprobleme, IV. Teil: Vom Kometentrug zur Wirklichkeit der letzten Dinge. Wien, Carl Konegen, 1906. 155 S. — **Harald Edwardson**, Woher kam das Leben? Mährisch-Ostrau. R. Papaschek, und Leipzig, Robert Hoffmann. 94 S. — **J. Loos**, Enzyklopädisches Handbuch der Erziehungskunde. In etwa 45 Lieferungen à 80 h = M 0,70. 1. und 2. Lieferung mit je 48 S. Wien und Leipzig, A. Pichlers Ww. & Sohn, 1906.

**Sonderabdrücke:** Einheitliche Formelzeichen von K. Strecker. S.-A. Elektrotechnische Zeitschr. 1906, Heft 19. — Über Metallstrahlung von M. Gebhardt. S.-A. Abh. d. Naturw. Ges. Isis. Dresden 1906. 21 S. u. 2 Tafeln. — Über die Geschoßgeschwindigkeit nahe vor der Gewehrmündung; Über die Höhe des normalen Gasdrucks einer Beschußpatrone usw. von W. Wolff. S.-A. Zeitschr. f. d. gesamte Schieß- und Sprengstoffwesen, I. Jahrg. 1906. — Naturwissenschaftlich-technische Museen von K. Kraepelin; die naturwissenschaftliche Hochschulausbildung von W. von Dyck; Naturwissenschaftlich-technische Ausstellungen von O. N. Witt, S.-A. aus „Die Kultur der Gegenwart“, Bd. I, B. G. Teubner 1906.

### Himmelserscheinungen im Dezember 1906 und Januar 1907.

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

		Dezember					Januar						
		5	10	15	20	25	30	4	9	14	19	24	29
♃	AR	15 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup>	15.51	16. 0	16.19	16.44	17.13	17.44	18.16	18.50	19.24	19.59	20.34
	D	- 18 <sup>o</sup>	- 17 <sup>o</sup>	- 18 <sup>o</sup>	- 19 <sup>o</sup>	- 21 <sup>o</sup>	- 22 <sup>o</sup>	- 23 <sup>o</sup>	- 24 <sup>o</sup>	- 24 <sup>o</sup>	- 24 <sup>o</sup>	- 23 <sup>o</sup>	- 21 <sup>o</sup>
♀	AR	16 <sup>h</sup> 8 <sup>m</sup>	15.59	15.53	15.52	15.54	16. 0	16.11	16.23	16.38	16.54	17.11	17.30
	D	- 21	- 19	- 18	- 17	- 16	- 16	- 17	- 17	- 17	- 18	- 19	- 19
☉	AR	16 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup>	17. 6	17.28	17.50	18.12	18.34	18.56	19.18	19.40	20. 2	20.23	20.43
	D	- 22	- 23	- 23	- 23	- 23	- 23	- 23	- 22	- 21	- 20	- 19	- 18
♂	AR	13 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	13.37	13.49	14. 0	14.12	14.24	14.36	14.47	14.59	15.11	15.23	15.35
	D	- 8	- 9	- 10	- 11	- 12	- 13	- 14	- 15	- 16	- 17	- 18	- 18
♃	AR		6.36		6.31		6.25		6.19		6.14		6.10
	D		+ 23		+ 23		+ 23		+ 23		+ 23		+ 23
♄	AR	22 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup>						22.51					
	D	- 10						- 9					
☉	Aufg.	7 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	8. 1	8. 6	8.10	8.12	8.14	8.13	8.11	8. 8	8. 3	7.57	7.50
	Unterg.	15 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup>	15.44	15.44	15.45	15.47	15.51	15.57	16. 3	16.10	16.18	16.27	16.37
☾	Aufg.	19 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup>	0.27	7.12	11.39	13.26	15.58	21. 2	2. 0	8.12	10.51	12.43	16.37
	Unterg.	11 <sup>h</sup> 8 <sup>m</sup>	13.21	15.52	21.39	2.22	7.34	10.42	12.35	16.36	22.58	3 26	7.45
Sternzeit im mittl. Mittg.		16 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> 21 <sup>s</sup>	17.13. 4	17.32.47	17.52.30	18.12.12	18.31.55	18.51.38	19.11.21	19.31. 3	19.50.46	20.10.29	20.30.12
Zeitgl.		- 9 <sup>m</sup> 35 <sup>s</sup>	- 7.26	- 5. 5	- 2.38	- 0. 8	+ 2.19	+ 4.41	+ 6.54	+ 8.54	+ 10.38	+ 12. 3	+ 13. 9

Mittlere Zeit = wahre Zeit + Zeitgleichung.

Mondphasen in M.E.Z.	Neumond	Erstes Viertel	Vollmond	Letztes Viertel
		Dez. 15, 19 <sup>h</sup> 54 <sup>m</sup> Jan. 14, 6 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup>	Dez. 22, 16 <sup>h</sup> 4 <sup>m</sup> Jan. 21, 9 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup>	Dez. 1, 0 <sup>h</sup> 7 <sup>m</sup> Dez. 30, 19 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup> Jan. 29, 14 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>

Planetensichtbarkeit	Merkur	Venus	Mars	Jupiter	Saturn
im Dezember	morgens im SO, Mitte des Monats $\frac{3}{4}$ Std. lang sichtbar	wird als Morgenstern im SO sichtbar, zuletzt $2\frac{3}{4}$ Std. lang	morgens im O $3\frac{1}{2}$ bis $3\frac{3}{4}$ Std. lang sichtbar	die ganze Nacht hindurch sichtbar, Oppos. am 28.	abends zuletzt nur noch $4\frac{1}{4}$ Std. lang sichtbar
im Januar	unsichtbar	morgens 3 bis $2\frac{1}{2}$ Stunden im SO sichtbar	morgens etwa 4 Std. lang im SO sichtbar	die ganze Nacht hindurch sichtbar	die Sichtbarkeitsdauer nimmt bis auf $1\frac{3}{4}$ Std. ab
Phänomene der Jupitermonde	Dez. 3 21 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup> 32 <sup>s</sup> 6 21 58 52 13 21 54 6 13 23 53 6 22 20 16 2 31 19 52 8	M.E.Z. IIE IE IIIE IE IE IA	Jan. 7 20 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup> 1 <sup>s</sup> 14 22 42 4 18 20 47 0 22 18 30 28 23 19 6 0 29 21 5 32 30 21 1 20	M.E.Z. IA IA IIIA IIA IA IIA IA	

Eine in Deutschland **unsichtbare totale Sonnenfinsternis** findet am Morgen des 14. Januar s'att. Die Totalitätszone verläuft vom südöstlichen Rußland durch Asien bis zum südöstlichen Sibirien.

Eine in Europa **unsichtbare partielle Mondfinsternis** ereignet sich am Nachmittag des 29. Januar.

**Veränderliche Sterne (M.E.Z.):**

Dez. 5	21 <sup>h</sup>	ζ Gemin.-Min.	Dez. 11	17 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	Algol-Min.	Dez. 31	19 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup>	Algol-Min.
8	21 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup>	Algol-Min.	20	21 <sup>h</sup>	δ Cephei-Min.	Jan. 20	21 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup>	Algol-Min.
10	22 <sup>h</sup>	ζ Gemin.-Max.	28	22 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup>	Algol-Min.	23	18 <sup>h</sup> 8 <sup>m</sup>	Algol-Min.

Dr. F. Koerber.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagshandlung gestattet.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Universitäts-Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.



---

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Universitäts-Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

---