

## Eine Physik- und Psychologiestunde am Klavier.

Von

Prof. Dr. Alois Höfler in Wien.

Die folgende Mitteilung hat nichts sachlich Neues zu bieten; vielmehr will sie nur daran erinnern, daß wir im Unterrichte der physikalischen und der psychologischen Akustik nicht auf die Verwendung des — leider! — verbreitetsten aller akustischen Instrumente verzichten sollten.

Vom Standpunkte des herkömmlichen physikalischen Unterrichts dürfte es freilich eine Neuerung sein, wenn ich mich seit Jahren bemühe, das, was unseren Schülern der obersten Klassen an Physik des Schalles mitzuteilen ist, mit der Psychologie der Gehörsempfindungen in möglichst innige Verbindung zu setzen; und zu dieser Verbindung gehört vor allem die scharfe prinzipielle Sonderung dessen, was physikalische, von dem, was physiologische und psychologische Akustik ist (gleiches gilt von der physikalischen, physiologischen und der psychologischen Optik; hierüber ein andermal). Seit den zwei Jahren, da meine „Grundlehren der Psychologie“ meinem Unterrichte zu Grunde liegen, richte ich es so ein, daß wir ganz gleichzeitig in der Physik die Lehre vom Schall, in der Psychologie die Gehörsempfindungen beginnen (beides mit dem zweiten Monat der VIII. Gymnasialklasse); in der Physik habe ich bis dahin die allgemeine Wellenlehre durchgenommen, einzelne schwierigere Dinge, wie das Nähere über Longitudinalwellen, Huygens Elementarwellen u. dergl. den speziellen Anwendungen der Akustik und Optik vorbehaltend; ebenso haben wir in der Psychologie die Abschnitte I u. II der „Allgemeinen Einleitung“ nach meinen „Grundlehren“ durchgenommen, und es wird also noch vor dem Abschnitt III „Abhängigkeitsbeziehungen zwischen Physischem und Psychischem“ jenes ganz spezielle Kapitel von den Gehörsempfindungen durchgearbeitet, das man ja wohl auch unter dem Gesichtspunkt strengster Wissenschaft als das bisher vollendetste Kapitel physiologischer Psychologie bezeichnen darf. Hier — und vielleicht nur hier — lernt der Schüler wirklich Zuordnungen von physischen Einzeldaten zu wohl analysierten psychischen kennen, nämlich z. B. Schwingungszahl, Schwingungsform, Schwingungsweite einerseits, zur Tonhöhe, Klangfarbe und Klangstärke andererseits. Man darf wohl sagen, daß im Vergleich zur lichtvollen Klarheit, die diese Dinge durch HELMHOLTZ erhalten haben, alle anderen Zuordnungen der Nerven- und zumal der Gehirnphysiologie einstweilen nur ein schwacher Traum sind, trotz aller Dogmatik der Parallelismustheorie<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Die summarische Versicherung, zu jedem psychischen Vorgang müssen und werden sich bestimmte physikalisch-chemische Vorgänge (oder gar: „bestimmte Schwingungen“) im Gehirn finden lassen, mag ja ganz richtig sein, aber sie verhält sich derzeit, wo es noch fast an allen konkret ausgeführten Bildern dieser Vorgänge fehlt, zu jenen exakten Zuordnungen zwischen Tonhöhe und

Doch nun zu den Versuchen am Klavier. Seit vielen Jahren pflege ich entweder nach Abschluss des ganzen Unterrichtes der physikalischen und der physiologischen Akustik oder schon während HELMHOLTZ' Theorie der Klangfarbe vorgetragen wird, die Schüler in das Klavierzimmer zu führen, wo eine Stunde — auch für viel mehr Zeit gäbe es Stoff — durch folgende Versuche und Demonstrationen ausgefüllt wird. Die Versuche gliedern sich so:

I. Der grosse Deckel des Klaviers (Flügels) wird gehoben, womöglich ganz weggenommen, desgleichen wird das Notenpult weggenommen. Hierauf einige wenige Bemerkungen über den Bau des Klaviers: Verschiedene Länge<sup>2)</sup> der Saiten (die tiefen dicker und in je zwei, die hohen in je drei gleichgestimmten vertreten); Anschlag und Zurückfallen des Hammers, Dämpfen der Einzelsaiten, Pedal, Resonanzvorrichtungen, Eisenverspreizung.

II. Teiltöne (Partialtöne) und Klangfarbe. Ihr Heraushören zuerst nach direkten psychologischen, dann nach indirekten physikalischen Methoden; nämlich:

1. Beim Anschlagen etwa von C ( $1\frac{1}{3}$  Oktaven von unten) werden Teiltöne zuerst nur von Wenigen durch direkte Lenkung der Aufmerksamkeit bemerkt; meistens zuerst der dritte und der fünfte und zwar in der Zeit des Verklingens.

2. Vor dem Anschlagen jenes Grundtones C werden die Tasten der auf jene Partialtöne gestimmten Saiten kurz und leise angeschlagen, um die analysierende Aufmerksamkeit vorzubereiten. Es werden nunmehr von den Meisten neben jenem Grundton auch diese und nach gleicher Methode auch andere Teiltöne bemerkt, speziell auch der zweite, die Oktav, welche wegen ihrer innigen Verschmelzung (s. u.) mit dem Grundton trotz ihrer relativen Stärke schwierig zu bemerken ist. Erwähnung des psychologischen Bedenkens, ob wir wirklich die Partialtöne heraus- und nicht vielmehr in den Klang „hineinhören“, d. h. unsere vorher erworbenen Erinnerungsbilder von diesen Tönen in den Klang hineinphantasieren; eine Ansicht, die STUMPF in seinem Buche „Über Raumvorstellungen“ 1873 vertreten hatte, und die er dann im zweiten Bande der „Tonpsychologie“ 1890 ausführlich widerlegt. Das gleiche aber ebenfalls zu widerlegende Bedenken bei jedem „Heraushören von Klängen“ aus einem Akkord.

3. Heraushören der Teiltöne nach dem Prinzip von HELMHOLTZ' Resonatoren, nämlich: Die den Partialtönen entsprechenden Tasten werden nun nicht angeschlagen, sondern nur niedergehalten. Sie geraten beim Anschlagen des Grundtones ins Mitönen, wie sich namentlich zeigt, wenn die Taste des Grundtones losgelassen wird,

Schwingungszahl, Tonstärke und Amplitude u. s. f., wie sich etwa Demokrit-Lucrez'sche Anticipationen der mechanischen Physik zur kinetischen Gastheorie verhalten.

Nähere Begründungen der oben nur angedeuteten Haltung des Schulunterrichtes zu den brennenden Zeitfragen der Psychophysik findet man in dem Schriftchen „Wie soll der psychologische Unterricht an Mittelschulen und wie soll die pädagogische Psychologie zu den Postulaten der modernen Gehirnphysiologie Stellung nehmen?“ Von ALOIS HÖFLER. Zusammen mit dem Vortrag „Über psychologische Schulversuche“ von Stefan Witasek. Wien, Hölder 1898. Es sei mir bei dieser Gelegenheit erlaubt, auch das Schriftchen „Psychologische Schulversuche mit Angabe der Apparate“ von Höfler und Witasek, Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1899, zu erwähnen.

<sup>2)</sup> Ich habe Prüfungen beigewohnt, bei denen die Formel  $z = \frac{1}{r \cdot l} \sqrt{\frac{g \cdot s}{\pi \cdot q}}$  (nach den Bezeichnungen in Pfaundler 1886, I. 759) aufs Gewandteste rezitiert und diskutiert, die Frage nach dem Grunde der nicht rechteckigen Form der Klavierkasten aber nur mit verlegenem Lächeln beantwortet wurde. Erinert das nicht an Götz von Berlichingens Söhnchen: „Jaxthausen ist ein Dorf und Schloss an der Jaxt“?



während die des Obertones noch niedergehalten wird. Es darf daher bei den bisherigen Versuchen und den beiden nächsten nicht das Pedal getreten werden.

4. Gleichzeitiges Niederhalten der Tasten der bisher gefundenen Teiltöne; nach kurzem Anschlagen der Grundtaste erklingt leise der harmonische Akkord.

5. Gegenprobe, daß beim Niederdrücken anderer Tasten als der Partialtöne 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12 . . . kein solches Mittönen eintritt.

6. Gleichzeitiges Niederdrücken aller Tasten durch Auflegen des Vorderarmes: Auswahl der früher aufgefundenen; wieder tönen nur die vorher ermittelten Saiten mit.

7. Anschlagen des Grundtones bei Pedaltreten (aufgehobenen Dämpfern). Auch jetzt tönt nur der harmonische Akkord wie bei 4. nach dämpfendem Berühren der C-Saite.

Allenfalls 8. Dämpfung der einzelnen Saiten durch Berühren mit dem Finger, wodurch bei noch immer gehobenem Pedal die Töne des Akkordes unterdrückt werden.

9. Mitteilung, daß nach einer Tradition der Klaviermacher die Anschlagsstelle guter Klaviere im ersten Siebentel der Saitenlänge gewählt wurde und daß viel später Helmholtz als den Grund dieser Tradition das Ausfallen des 7. Partialtones als des ersten nicht harmonischen verstehen lehrte.

Anwendung auf Helmholtz' Theorie der Klangfarbe, speziell der Vokale:

10. Es wird in das Klavier bei gehobenem Pedal einer der Töne — z. B. es — hineingesungen und es tönt ähnlich wie bei 4. der Ton nach; zunächst scheinbar nur der der es-Saite.

11. Aber nicht nur die Tonhöhe wird getreu wiedergegeben, sondern auch die Klangfarbe, am auffallendsten die des halbdunklen Vokales a im Unterschied von immer dunklerem bis zu o und immer hellerem, grellerem Vokal a; desgleichen o, u, minder gut das e und i.

12. Aber sogar das Gesamttimbre verschiedener Stimmen bei gleicher Tonhöhe wird durch das Klavier in geisterhaftem Nachklang aufs treueste und überraschendste wiedergegeben. Mitteilung über die einstigen und immer verhältnismässig wenig erfolgreichen Bemühungen um Sprechmaschinen.

13. Hineinsingen von 3 Klängen durch je 3 Schüler bei gleichen oder verschiedenen Vokalen u. dergl. m.

III. Tonverschmelzung und ihre Stufen. Diese Termini werden hier ganz im Sinne STUMPF'S gebraucht, der nicht nur die Termini eingeführt, sondern was bei weitem wichtiger ist, auf die durch sie bezeichneten Thatsachen überhaupt erst wieder hingewiesen hat. (Zuerst Tonpsychologie II. Bd. 1890 und dann in sehr zahlreichen speziellen Abhandlungen, zum Teil auch umfassend historischer Art; in letzteren wird darauf hingewiesen, wie wohl vertraut eben dieses Phänomen schon den Alten gewesen sei, wogegen es aus den Musiktheorien der Neueren ganz zurückgetreten ist.) Da wir, wenn Stumpf's grundsätzliche Bestimmungen über Tonverschmelzung richtig sind, es in ihnen mit einem letzten nicht weiter zu beschreibenden psychologischen Phänomen zu thun haben (das freilich physiologisch fundiert sein mag in „Synergieen“, wie Stumpf unter Anlehnung an den Joh. Müller'schen Terminus „spezifischer Sinnesenergieen“ sagt), so muß die psychologische Beschreibung neben dieser letzten Thatsache schwierig, wenn nicht unmöglich sein. Dennoch giebt es allerlei Mittel, sich mit einem Leser und Hörer über die Thatsache zu verständigen; und eines dieser ist, kurz und keck zu fragen: Finden Sie, daß diese beiden Töne (z. B. C, e) oder diese beiden (z. B. C, G) mit einander inniger verschmolzen sind?

Werden diese Tonpaare auf einem einigermaßen rein gestimmten Klavier angegeben, so pflegt die Frage sofort verstanden und mit recht guten Majoritäten dahin beantwortet zu werden, daß die Verschmelzungsstufen folgende abwärts steigende Reihe geben: Oktav, Quint, Quart, Terz; dagegen wenig oder nicht verschmelzen grosse Septim, grosse, kleine Sekund. Auf weiteres psychologisches Detail (wie solches unter anderen von MEIXONG und seinen Schülern beigebracht worden ist), ist im Gymnasium gewiß nicht einzugehen. Wahrscheinlich mutet aber auch schon das Gesagte den Physiker als solchen ziemlich befremdlich, sozusagen wenig vertrauen-erweckend an. Hat er ja doch in HELMHOLTZ' Theorie der Schwebungen und Stöße eine Theorie der Consonanz, in der sich alles aus den Schwingungen ausrechnen läßt. Ich weiß nicht, wie weit schon etwas oder viel etwa von den einschneidenden Bedenken der Psychologen gegen die psychologische Triftigkeit der physikalisch und gewiß zum guten Teil auch physiologisch unvergänglichen Feststellungen Helmholtz' gedungen ist. Wäre aber auch nur ein kleiner Teil jener psychologischen Bedenken, z. B. daß höchstens die Dissonanz positiv (als sinnliche Unlust an den Schwebungen) erklärt sei, die Consonanz<sup>3)</sup> dagegen (wie es nach Helmholtz' Theorie sein müßte) nur als ein Mangel an Dissonanz, so müßte sich der Physiklehrer zum allermindesten bewußt sein, ein wie sehr strittig gewordenes Gebiet er in den Unterricht hineinträgt, wenn er die HELMHOLTZ'sche Theorie der Schwebungen und Stöße eben nicht nur als physikalische Theorie, sondern als die allein richtige psychologische Theorie der Consonanz und Dissonanz in der noch vor 10 Jahren fast unbestrittenen Weise vorbringt.

Wer nicht STUMPF's Originalarbeiten und die durch sie angeregte recht umfassend gewordene Litteratur einzusehen Zeit hat, findet eine Zusammenstellung der Ausgangspunkte für die einschlägigen Neugestaltungen der Empfindungs- und Gefühlslehre in meiner Psychologie §§ 23 u. 68 (wobei ich aber nicht so weit gehe wie Stumpf, aus den Begriffen der Consonanz und Dissonanz als solchen alles „angenehme“ und „unangenehme“ auszuschalten). Ist nun diese Verschmelzungstheorie überhaupt auch nur in den ersten Grundzügen richtig, so kann nur in ihr, nicht in irgend welchen Berufungen auf die einfachen Schwingungszahlen u. dergl. der psychologische Grund für die musikalisch längst gegebene Thatsache unserer Bevorzugung gewisser Tonverbindungen (gleichzeitiger und aufeinanderfolgender Töne, Harmonieen und Melodieen) liegen.

IV. Tonleitern. Durtonleiter, Molltonleiter. Die 7 Oktaven der neueren (nicht neuesten) Klaviere von  $A_2$  bis  $a^4$ , welche gleich sind 12 Quinten. Zweck der schwarzen Tasten, ganze Töne, halbe Töne, temperierte Stimmung. Chromatische Skale. Die bekannte „Ableitung“ der Durtonleiter aus dem Ineinanderfügen der 3 Dreiklänge, z. B. C E G, G H D, abwärts: C A F. Der Unterricht wird sich natürlich hier ebenso zu hüten haben, eine solche „Ableitung“ als logische Notwendigkeit, wie als eine rein willkürliche, chronologisch zu fixierende historische Convention darzu-

<sup>3)</sup> Pfaundler (I. Bd. 1886 S. 841) gedenkt dieses einen Umstandes in dem Satze: „Mehrere Physiker (zitiert sind Mach und Öttingen) haben darauf hingewiesen, daß nach obiger Theorie die Consonanz nur auf negativen Momenten basiert sei und noch einer Vervollständigung bedürfe durch Aufsuchung des jedem Intervalle charakteristischen positiven Momentes.“ Ein solches wäre eben die Verschmelzungsstufe. Im Lichte dieser gewinnt auch die von Pfaundler (ebd. S. 836) angeführte historische Mitteilung neues Interesse: „Euklides definierte die Consonanz zweier Töne als die Fähigkeit sich zu mischen, die Dissonanz als Unfähigkeit sich zu mischen, wodurch eine rauhe Gesamtwirkung entstehe.“



stellen. Gewiß richtig ist nur, daß schon diese einfachsten Dinge tiefer in eine Psychologie der Tonempfindungen und der zwischen ihnen waltenden „inneren Beziehungen“ (vergl. meine Psychologie § 22) hinabreichen, als selbst die herkömmlichen Musiktheorien es eingestehen — vielleicht kaum ahnen<sup>4</sup>).

V. Consonante und dissonante Akkorde. Wollte man sogar, wenn die herkömmliche Theorie der Consonanz und Dissonanz (gleichviel ob mit Recht oder Unrecht) zweifelhaft geworden ist, ihrer Besprechung im ersten Unterricht aus dem Wege gehen, so bleibt es doch auf alle Fälle lehrreich, den Schüler nicht in dem ganz gewöhnlichen Irrtum zu belassen, als seien Dissonanzen schlechthin „mißklingend“. Ich pflege, um dies zu berichtigen, einen Akkord anzuschlagen, wie den im nebenstehenden Beispiel durch den Druck hervorgehobenen. Wird er ohne „Vorbereitung“ und ohne „Auflösung“, d. h. ganz isoliert angegeben, so klingt er freilich heillos.



(Einzelne unserer jungen Generation allerdings pflegen schon zu wissen, daß er dem Sirenenesang aus Tannhäuser entnommen ist. Und dann hat natürlich das psychologische Experiment als solches seinen Zweck verfehlt. Andere, deren Ohr nun schon summarisch an schärfere Kost gewöhnt ist, nehmen sich des von den Naiven als bedingungslos häßlich geschmähten Akkordes an, wobei jugendliche Opposition um jeden Preis als psychologische Möglichkeit natürlich ebenfalls in Aussicht zu nehmen bzw. in Abzug zu bringen ist.) Durch die vorausgehenden und nachfolgenden Mehrklänge wandelt sich der frühere Mißklang sogleich in sinnberückenden Wohlklang: Dissonanz bleibt er aber doch, denn er bedarf eben der Vorbereitung und Auflösung, und ein Unterschied gegen die Consonanz liegt darin, daß diese solcher nicht bedarf.

Es mögen dann noch einige Mitteilungen über den Wandel des musikalischen Gefallens und Mißfallens folgen: z. B. die überraschende Thatsache, daß langehin die Terz als Dissonanz gegolten hatte (Versuche, wie viele der theoretisch ganz Unbefangenen etwa diese Urteile mitmachen); ebenso, daß Quintenparallelen (Versuche: dieselbe wohlbekannte Melodie wird gleichzeitig in C dur und G dur gespielt) im Mittelalter noch keineswegs „verboten“ waren. Allenfalls Anregung zum Nachdenken darüber, was für eine Bewandnis es mit den „Regeln“ haben möge: ob es für das Genie auch nur eine Regel geben mag, die es nie und unter keiner Bedingung übertreten oder überwinden kann. —

Eine solche Physik- und Psychologiestunde beim Klavier verläuft, ich darf wohl sagen, jederzeit unter dem lebhaftesten Interesse fast aller Schüler; ich sage „fast“, denn es ist allerdings nicht zu übersehen, daß unter allen Kapiteln der Physik die Akustik auf die größten individuellen Differenzen in den natürlichen Voraussetzungen für ein volles Verständnis<sup>5</sup>) des Unterrichtes trifft; der weitaus gröfseren Zahl derer,

<sup>4</sup>) Sehr radikale Angriffe gegen alles in dieser Hinsicht Hergebrachte und für völlig sicher Gehaltene bringen die soeben erschienenen Elements of Psychological Theory of Melody von Max Meyer, Psychological Review 7, 1900, eine Selbstanzeige hiervon in der Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane Bd. 24 (1900, S. 372—375).

<sup>5</sup>) Wie sehr vorsichtig man allen musikalischen Böttern gegenüber sein muß, hat mich einmal eine tragikomische Erfahrung gelehrt: Ein sehr fleißiger, strebsamer Schüler (der freilich auch sonst schon manche Probe eines nicht leicht anpassungsfähigen Intellekts gegeben hatte) überraschte

die aus einem wenigstens ganz primitiven musikalischen Unterricht längst wissen, wie eine Dursskala klingt, stehen ja immer einige gegenüber, die das eben nicht wissen und denen es auch binnen der 4 Wochen akustischen Unterrichtes nicht eigentlich beizubringen ist.

Ich lasse mir daher zu Beginn des Akustikunterrichtes immer ein Verzeichnis derer anlegen, die sich für völlig unmusikalisch halten; Unterricht und Prüfen haben sich dann dahin zu individualisieren, daß von diesen gewisse Dinge (im Ganzen sind es natürlich nur wenige) in der That nicht verlangt werden.

Für den Unterricht kann es nur eine Aufforderung sein, recht sorgfältig das eigentlich Physikalische vom Psychologischen einschließlic des Musikalischen zu trennen. Ich halte es für keinen Vorteil, wenn die Möglichkeit und Notwendigkeit einer solchen Trennung dadurch verschleiert wird, daß man die Akustik zu einem Anhängsel der Lehre von den Schwingungen und Wellenbewegungen macht — ein Vorgehen, daß ja auch sonst starke Gründe der allgemeinen Logik gegen sich hat, indem ja die Schwingungen und Wellenbewegungen in gewiß nicht weniger naher Beziehung zu den optischen, wie zu den akustischen Erscheinungen stehen. Daß wir die Schallschwingungen (z. B. an einer langsam gedrehten Zahnsirene) solange als mechanische Erscheinungen verfolgen können, bis der Klang als neue spezifische Sinnesenergie hinzukommt, mag für die antimechanistische Physik zwar einen — aber doch keinen so durchgreifenden Unterschied gegen die Beteiligung der Wellen an optischen Erscheinungen abgeben, daß man die Schallwellen als Thatsache, die Lichtwellen als willkürliche Zuthat zu den Thatsachen hinstellen dürfte. Es genüge hier diese Anregung zu einer Revision der herkömmlichen Behandlung der Akustik, die bisher eine Art negativer Tendenz zeigt, das Ausgehen von dem Sinnesphänomen, das bei Wärme und Licht seit langer Zeit den meisten Lehrbüchern zur Gewohnheit geworden ist, beim Schalle immer noch nicht recht durchdringen zu lassen.

Eine Verfolgung dieser letzteren Gesichtspunkte würde auf sehr tiefgehende, erkenntnistheoretische Fragen führen, von denen eine prinzipielle, immerhin noch den Physiker als solchen unmittelbar angehende die ist: was dereinst Positives an die Stelle der kinetischen Theorien zu treten hätte, wenn die umfassenden Hoffnungen, die seit der „mechanischen Wärmetheorie“ und insbesondere der kinetischen Gastheorie auf eine exakt wissenschaftliche Ausgestaltung des Epikur-Lukrez'schen Weltbildes gesetzt worden sind, wirklich endgiltig scheitern sollten<sup>6)</sup>.

mich nach Abschluß des Akustikunterrichtes durch die Erfindung einer Sprechmaschine, die die Vokale und Consonanten a, b, c, d . . durch A-, B-, C-, D- . . Stimmgabeln hervorbringen sollte. . . Und wie leichtfertig sprechen wir doch diese Buchstaben im Akustikunterricht aus! — Vielleicht ziehen die Gegner des Prinzipes, daß man auch in der Akustik von den Sinnesdaten ausgehen solle, aus jenem Mißverständnis die Consequenz, es sei am besten, wenn man in der Physik überhaupt nicht von Tönen, sondern nur von Schwingungszahlen redet. Warum mir dies von zwei Übeln das größere wählen hiefse, darf ich hier nicht ausführlich begründen; einiges in Sachen der Behandlung der Akustik habe ich im Anschluß an Friedrich Wrzal in dieser Zeitschrift III 253 angedeutet.

<sup>6)</sup> Anmerkung der Redaktion. Zu dem Inhalt dieses Aufsatzes vergleiche man die Berichte „Das Harmonium im akustischen Unterricht“ (E. Böhm), ds. Ztschr. IX 150, und „Die Violine als akustischer Apparat“ (L. Fernbach), IX 297.



## Universalapparat für den Unterricht in der Mechanik.

Von

Prof. Dr. Friedrich C. G. Müller zu Brandenburg a. d. H.

Die nachstehende Mitteilung betrifft eine Neuconstruction des vor 5 Jahren vom Verf. veröffentlichten Ringapparats<sup>1)</sup>. Die damalige Ausführung war auf Selbstanfertigung zugeschnitten, in Rücksicht auf die leidige Thatsache, daß die an den meisten höheren Schulen für den Experimentalunterricht ausgeworfenen Mittel schlechthin unzureichend sind. Inzwischen hat sich immer deutlicher herausgestellt, daß nur wenige Lehrer dazu kommen, eigenhändig Apparate anzufertigen oder zusammenzustellen. Es geht ja ohnehin mit der Instandhaltung der ganzen Apparatur und der Vorbereitung der Experimente sehr viel Zeit, und zwar von Jahr zu Jahr mehr, verloren, ohne daß darauf bei der Bemessung der Stundenzahl Rücksicht genommen wird. Deshalb verlangt man geschlossene Schulapparate, die fertig verschrieben, ohne Weiteres in Gebrauch genommen und stets gebrauchsfertig auf ihren Platz in der Sammlung zurückgebracht werden können. Für einen derartigen teuren aber bequemen Apparat spart man lieber die wenigen Gelder zusammen, als sich der Mühe zu unterziehen, dafür eigenhändig oder unter Hinzuziehung von Handwerkern billigere Unterrichtsmittel in grösserer Zahl zusammenzubringen. Damit soll keineswegs ein Vorwurf ausgesprochen sein. Im Gegenteil, wir müssen uns aus Rücksicht auf unsere Standeschre dagegen verwahren, von amtswegen derartige Handwerkerarbeit zu leisten. Selbstverständlich bleibt es jedem Lehrer unbenommen, sei es zu seinem Privatvergnügen, sei es im Dienst der Pädagogik und Wissenschaft, einen Teil seiner Mußestunden am Werk Tisch oder im Laboratorium zu verbringen. Aber bei der für die Allgemeinheit bestimmten Construction von Schulapparaten soll die Rücksicht auf Selbstanfertigung gänzlich zurücktreten hinter die Rücksicht auf die Bequemlichkeit des Fachlehrers. Es ist bis ins Kleinste darauf Bedacht zu nehmen, daß ihm beim Experimentieren Zeit, Mühe und Mißerfolg erspart bleibt. Dazu gehört auch, daß jedem neuen Apparate eine genaue Gebrauchsanweisung beigegeben wird und alle damit anzustellenden Experimente ausprobiert, zusammengestellt und ziffermäsig belegt werden. Dies sind die Gesichtspunkte, welche im Gegensatz gegen früher für die heutige Mitteilung maßgebend sind. Fig. 1 giebt ein perspektivisches Bild des ganzen Apparates, Fig. 2 eine geometrische Ansicht des

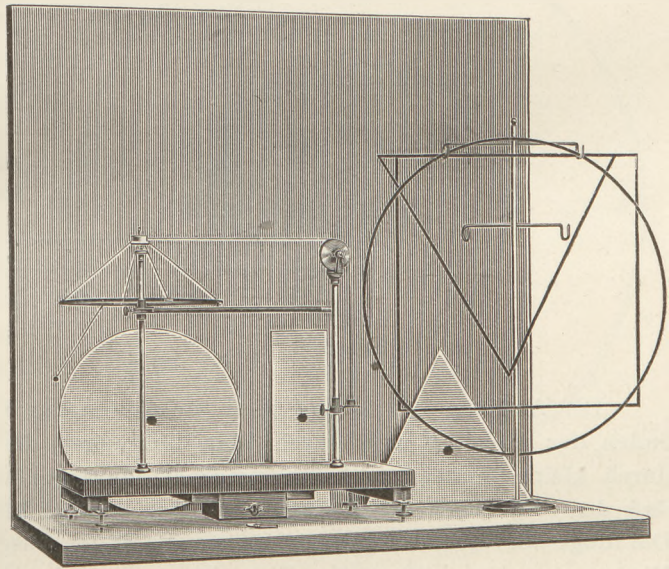


Fig. 1.

Fig. 2 eine geometrische Ansicht des

<sup>1)</sup> D. Zeitschr. 1895, 194.

Apparates in seiner jetzigen Gestalt, Fig. 3 zeigt das dem Apparat beigegebene Stativ zum Aufbewahren der Ringe und der anderen Maßensysteme.

### I. Beschreibung des Apparates.

Die aus 4 mm starkem Messingdraht hergestellten Ringe *D*, deren Bewegungsgesetze verfolgt werden sollen, sind durch Fäden *E* ein für alle Male mit einem nur 0,8 g schweren Tragringe *F* aus Magnalin verbunden, mittelst dessen sie auf die kleine Trommel *C* aus dem nämlichen Material gehängt und mit dieser auf der in der Säule *A* festgeklemmte Stahlspitze *B* mit Hilfe eines genau centrirten Stahlhütchens drehbar gemacht werden.

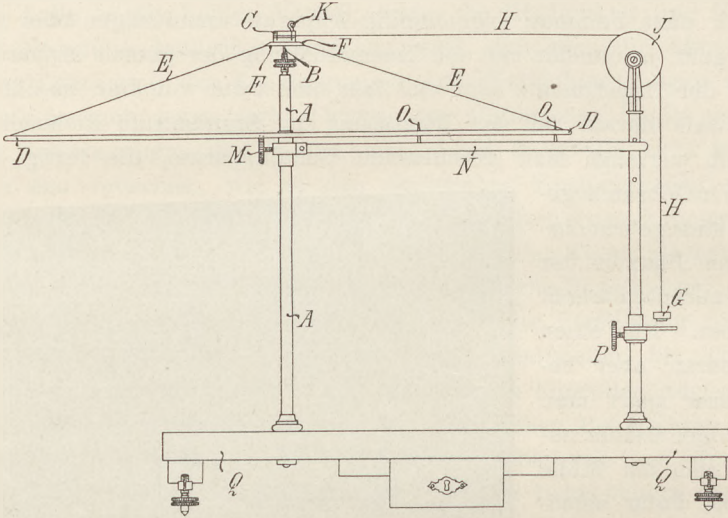


Fig. 2.

Die Aufhängevorrichtung wird am besten aus Fig. 3 ersichtlich. Die Außenenden der Fäden *E* sind durch feine Bohrungen der Ringe gezogen und können durch kleine Wirbel aus Aluminiumdraht angezogen oder nachgelassen werden, so daß das Abgleichen der Längen sowie das etwaige Einziehen eine geringe Mühe ist. Die Ringe sind quadrantenweise, da wo die Fäden ausgehen, mit verschiedenfarbigen Marken versehen; der große Ring ist auch noch durch kleinere Zwischenmarken in Oktanten geteilt.

Der Antrieb des Systems geschieht durch den über die Rolle *J* geführten äußerst feinen Faden *H*, dessen Ende mittelst des Einsteckstiftes *K* in der Trommelnabe befestigt wird und durch einen feinen Schnitt an der Mantelfläche heraustritt. Das freie Ende des Fadens ist in einem Stückchen Grashalm mit aufgeleimten Korkscheibchen befestigt, dessen nur wenige Centigramm betragendes Gewicht den Reibungswiderständen gleichkommt. Auf das Scheibchen werden die eigentlichen Antriebsgewichte von erheblich größerem Durchmesser mittelst radialer Einschnitte gelegt.

Der Schieber *P* mit entsprechendem Loch gestattet, ähnlich wie bei der Fallmaschine, die Gewichte an einem beliebigen Punkte abzuheben.

Die Arretierung bewirkt ein in der verstellbaren Hülse *M* unter Reibung eingelenkter Hebel mit den Stiften *O*. Die nach oben spitz zulaufenden Stifte fassen vor die Wirbel der Ringe. Durch Niederschlagen des Hebels mit dem Finger wird das drehbare System frei. Für das gute Gelingen der feineren Versuche ist es durchaus erforderlich, daß beim Auslösen das System nicht den geringsten Impuls erhält,



weshalb man den elastischen frei schwebenden Hebel nicht senkrecht nach unten, sondern ein wenig schräg in der Richtung der Drehung niederschlägt.

Beim Gebrauch steht der Apparat, so wie Fig. 2 es zeigt, vor dem Lehrer. Nach dem Auditorium zu wird ein beigefügtes, auf einem Fuße senkrecht befestigtes Visierstäbchen nahe vor den Ring gestellt, sodafs es die vorn stehende Marke deckt. Dann können die Schüler nach Auslösung der Bewegung auf einen bestimmten Schlag des Sekundenpendels genau beobachten, auf welchen Sekundenschlag, oder zwischen welchen Sekundenschlägen eine bestimmte Marke passiert, wobei die Zehntelsekunden in bekannter Weise abgeschätzt werden.

Bezüglich der Constanten des Apparats ist zuerst festzustellen, dafs der grofse Ring genau 50 cm, die beiden kleinen, von denen übrigens nur einer mit Gehänge versehen ist, genau den halben Durchmesser haben. Diese Messung braucht nur auf ganze Millimeter genau zu sein und kann seitens der Schüler von ihren Plätzen aus an einem vom Lehrer hinter die Ringe gehaltenen Mafsstabe kontrolliert werden. Das Gewicht der Ringe, 167 g beim grofsen, braucht nur auf 0,1 g ermittelt zu werden. Der Radius der Trommel *G* soll exakt 1 cm betragen. Die Feststellung dieser wichtigen Constante kann trotz ihrer Kleinheit doch ebenso anschaulich, wie genau, in der Weise ausgeführt werden, dafs man bei gebrauchsfertigem Apparat den belasteten Faden durch 4 Umdrehungen des Ringes aufwickelt und die zugehörige Hebung des Gewichts misst, wobei der Tiefpunkt durch den Schieber *P* fixiert wird. Da die Hebung etwa 25 cm beträgt, braucht diese Messung ebenfalls nur auf einen Millimeter genau zu sein.

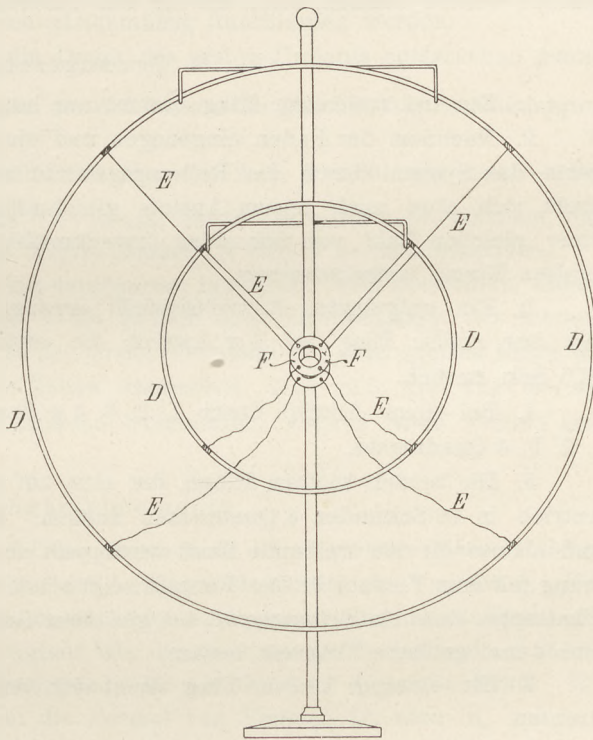


Fig. 3.

Bemerkt sei noch, dafs das Gewicht der Trommel nur 7,6 g beträgt, wovon 2,6 g auf das centrale Stahlhütchen kommen. Der Tragring wiegt nur 0,8 g. Der blofse Augenschein überzeugt, dafs die Trägheit dieser Teile im Vergleich mit der des Ringes verschwindend klein ist. Die Rechnung ergibt, dafs ihr Trägheitsmoment etwa 2000 mal kleiner ist, als das eines der kleinen Ringe.

Aufser den Ringen werden noch ein aus der nämlichen Drahtsorte hergestelltes Quadrat und ein gleichseitiges Dreieck, beide von 40 cm Seitenlänge und 171,4 g bez. 129,0 g Gewicht, beigegeben. Ferner aus Aluminiumblech eine Kreisscheibe von 30 cm Durchmesser, ein gleichseitiges Dreieck von 30 cm Seite und eine Rechteckscheibe 10:30 cm (vgl. Fig. 1). Diese gut ausgerichteten Scheiben werden mittelst eines centralen Lochs von 2 cm Durchmesser direkt auf die Trommel *C* gelegt. Etwaige anders geformte Körper werden auf Bestellung geliefert.

Der ganze Apparat ist auf einer mit Stellschrauben versehenen polierten Holzplatte  $Q$  montiert. Eine darunter befindliche Schublade dient zum Aufbewahren der Trommel der Gewichte, eines Reservefadens und einer Anzahl kleiner, nur wenige Milligramm schwerer Aluminiumscheibchen zur genauen Abgleichung des Reibungsgewichts.

Beim Aufbewahren wird das Stativ Fig. 3 mit sämtlichen daran gehängten Systemen mitten auf die Grundplatte gestellt, sodaß der ganze Apparat in einen Raum von 50 cm Länge, 30 cm Breite und 70 cm Höhe untergebracht werden kann.

## II. Versuche.

Von den zahlreichen Versuchen, welche mit dem beschriebenen Apparate angestellt werden können, seien die für den Unterricht wichtigsten kurz angeführt.

### A. Grundgesetze.

1. Der frei rotierende Ring kommt nur langsam zum Stillstand.
2. Nachdem der Faden eingezogen und einige Male um die Trommel gewickelt, gerät das System durch das Reibungsgewicht zwar nicht von selber in Bewegung, dreht sich aber nach leisem Anstoß gleichmäßig weiter, sodaß die Marken nach einer gleichen Zahl von Sekunden (zweckmäßig 10 Sek. für einen Quadranten des großen Rings) vorbeipassieren.
3. Ein aufgelegtes Antriebgewicht erzeugt zunehmende Geschwindigkeit. So legt der große Ring bei 1 g Antrieb die ersten 4 Quadranten in 18,2, 25,8, 31,5, 36,5 Sek. zurück.
4. Bei einem Antrieb durch 1, 2, 3, 4 g bewegt er sich in jedesmal 18 Sek. um 1, 2, 3, 4 Quadranten.
5. Die beiden kleinen Ringe, der eine auf dem anderen liegend, legen bei 1 g Antrieb in 18 Sekunden 4 Quadranten zurück. Da jetzt der wahre Weg der Masse und ebenso die sie treibende Kraft verdoppelt sind, ist das Ergebnis in Übereinstimmung mit dem Versuch 4. Der Versuch zeigt schon dem Anfänger die praktisch wichtige Thatsache, daß ein Schwungrad bei gleichem Gewicht, aber doppeltem Durchmesser, eine 4 mal größere Trägheit besitzt.
6. Ein einziger kleiner Ring dreht sich bei 1 g Antrieb in 18 Sek. um 8 Quadranten.
7. Läßt man mittelst des richtig eingestellten Schiebers das 1 g betragende Antriebgewicht nach 12,5 Sek., also nach zurückgelegten 4 Quadranten eines kleinen Rings, nach 2 Quadranten des Doppelrings durch den Schieber  $P$  abheben, so wird in weiteren 12,5 ersterer 8 letzterer 4 Quadranten gleichmäßig zurückgelegt. — Aus 4—7 ergibt sich, daß die in der nämlichen Zeit zurückgelegten Wege und ebenso die in gleicher Zeit erzielten Geschwindigkeiten (die Beschleunigung) direkt proportional der Kraft und umgekehrt proportional der Masse des bewegten Körpers sind. —
8. Wenn der Faden sich ganz abgewickelt, wird das Gewicht wieder gehoben, das System kehrt indessen aus klar liegenden Gründen nicht ganz auf den Anfangspunkt zurück.
9. Nach Versuch 1 und 2 steht die Wirkung der Reibung fest. Wird nun ein schmaler Streifen Schablonenblech, dessen Gewicht dem doppelten des mittleren Reibungswiderstands entspricht, auf das Gewicht gelegt und fortgenommen, wenn es den tiefsten Punkt erreicht hat, so ist offenbar die beschleunigende Kraft genau



gleich der verzögernden. Jetzt kommt das System immer auf den Anfangspunkt zurück. Der Versuch gelingt am besten mit dem Doppelringe, 1 g Antriebgewicht und einer Amplitude von 4 Quadranten; dann wird der tiefste Punkt beim 17. Sekundenschlage und der Umkehrpunkt nach 34 Sekunden erreicht.

### B. Gleichmäßig beschleunigte und verzögerte Bewegung.

10. Die Wege verhalten sich wie die Quadrate der Zeiten. Der große Ring legt in 18,2, 26,0, 31,8 36,5 51,6 Sekunden 1, 2, 3, 4, 9 Quadranten zurück bei 1 g Antrieb.

11. Die Geschwindigkeit wächst proportional der Zeit. Man stellt den Schieber so, daß das Grammstück nach Zurücklegung von 1, 2, 3, 4 Quadranten, also nach 18, 26, 32, 36 Sekunden abgehoben wird, dann zeigt sich, daß in weiteren 18, 26 32, 36 Sekunden 2, 4, 6, 8 Quadranten gleichmäßig durchlaufen werden.

12. Die absoluten Werte für die Dauer des ersten Umlaufs entsprechen genau der Formel  $T = \sqrt{\frac{4 \pi r^2 m}{981 \cdot p \cdot q}}$ , welche man aus der Formel der gleichmäßig beschleunigten Bewegung  $s = \frac{1}{2} \frac{k}{m} \cdot t^2$  dadurch erhält, daß man  $s = 2 r \pi$ ,  $k = 981 \cdot p/q$  setzt. — Bei unserem Versuch war der Ringradius  $r = 25$  cm, der Rollenradius  $q = 1,006$  cm, das Ringgewicht  $m = 167,1$ . Mit diesen Werten berechnet sich  $T = 36,4$  Sekunden.

13. Der Verlauf der gleichmäßig verzögerten Bewegung wird ersichtlich, indem man bei einem Versuche wie unter 9. die Zeiten aller Vorübergänge der Marken genau notieren läßt. So wurden z. B. bei einem Versuche mit dem großen Ringe für die Quadranten 1, 2 . . . 8 folgende Zeiten festgestellt: 16,0, 22,5, 28,0, 32,0, 36, 41, 48, 64. Diese Zahlen zeigen vollkommene Symmetrie, woraus alles weitere sich ergibt.

### C. Trägheitsmomente.

14. Die Thatsache, daß am selben Radius eine 4 mal größere Masse rotieren muß, wenn gleiche Trägheit bestehen soll, ergab sich bereits aus Versuch 5. Der Ausdruck  $T = \Sigma m r^2$ , das Trägheitsmoment bedeutet demnach eine am Radius 1 gedachte Masse von der nämlichen Trägheit wie die des gegebenen Systems. Ähnlich bedeutet  $D = p q \cdot 981$ , das Drehungsmoment, die am Radius 1 drehende Kraft. Mit Benutzung dieser neuen Größen geht die Formel von Versuch 12. über in

$$T = 2\sqrt{\pi} \sqrt{\frac{T}{D}}$$

Um nun zusammengesetzte Trägheitsmomente zu erhalten, legt man a) einen kleinen Ring concentrisch auf die Fäden des großen; hierdurch vermehrt sich das Trägheitsmoment von 8 auf 9 und die Umlaufszeit von 36,5 auf 38,5 Sek. b) Durch Auflegen beider Ringe erhöht sich das Trägheitsmoment von 4 auf 5 und die Umlaufszeit auf 41 Sek.

15. Statt der Ringe wird aufgehängt bzw. aufgelegt: a) Ein Drahtquadrat, b) ein gleichseitiges Dreieck aus Draht, c) eine Kreisscheibe, d) eine Rechteckscheibe, e) eine Dreieckscheibe, f) . . . irgend welche andere passende Figuren aus 4 mm Draht oder Scheiben aus Aluminiumblech. — Das Drahtquadrat von der oben angegebenen Größe gab für die Dauer des ersten Umlaufs 34,0, 33,8, 34,4 Sek., während sich nach der Formel 34,2 Sek. berechnen. Ebenso beobachtete man an dem obigen Drahtdreieck 20,8 Sek.; die Rechnung ergibt 21,0.

## D. Schwingende Bewegung.

16. Man hängt ein Gewicht von 10 oder 5 g an den Haken, dreht das System um einen kleinen Winkel aus der Nulllage und überläßt es sich selber. Für die Schwingungszeit oder die Schwingungszahl in der Minute gelten die Formeln des physischen Pendels:  $T = \pi\sqrt{\tau/D}$   $n = 60/\pi\sqrt{D/\tau^2}$ . Die Beobachtung ergab a) für den großen Ring  $n = 6,0$ , b) für beide kleine Ringe zugleich  $n = 12,0$ , c) für einen kleinen Ring 17,0, d) für einen kleinen Ring mit 5 g Antrieb  $n = 12$ . Nach der Formel berechnet man 5,9; 11,8; 16,7; 11,8.

Der Vergleich mit der Formel zu Vers. 14 zeigt die interessante Beziehung, daß die Zeit des ersten Umlaufs sich zur Schwingungszeit bei gleicher Direktionskraft für jeden Körper wie  $\sqrt{\pi} : \pi$  verhält, was die Versuche scharf bestätigen.

17. Statt der Ringe können die bei Versuch 15. genannten Körper eingehängt werden.

Die angegebenen Versuche verlangen zwar kein besonderes Experimentierge-schick, wohl aber eine gehörige Einübung seitens des Lehrers. Bei der ersten Vorbereitung kommt das meiste auf die richtige Abgleichung des Reibungsgewichts an. Die beste Kontrolle ist dabei die, daß bei 1 g Antrieb der erste Umlauf des großen Ringes genau in der berechneten Zeit vollendet wird. (Streng genommen ist das Reibungsgewicht nur für den bestimmten Fall richtig; denn der Luftwiderstand wächst mit der Geschwindigkeit. Indessen wird dieser Einfluß im allgemeinen nicht bemerkbar. Nur bei den subtileren Versuchen 9 und 13 zeigen sich kleine Unterschiede, wenn man statt mit 1 g Antrieb etwa mit 2 oder 0,5 experimentiert. Auch gelingen sie besser mit den 2 kleinen Ringen, als dem großen, offenbar, weil bei letzterem die Luftreibung relativ größer ist. Aus ähnlichen Gründen muß das bei diesen Versuchen angewendete Zulagegewicht etwas schwerer sein als das doppelte des Reibungsgewichts und deshalb empirisch ermittelt werden. Bei dem zu obigen Versuchen dienenden Musterexemplar des Apparats beträgt das Reibungsgewicht einschließlic Fadenstück 0,041, das Zulagegewicht aber 0,126 g.)

Die vitalen Teile des Apparats, die Rolle *J*, die Trommel *C* nebst Hütchen, die Spitze erfordern große Gewissenhaftigkeit bei der Anfertigung. Erst nach vielem Probieren wurden die Umstände erkannt, welche bei der Fertigstellung zu beachten sind. Nun aber arbeitet der Apparat mit wirklich überraschender Genauigkeit. Dies zeigt sich am deutlichsten darin, daß auch bei sehr kleinen Antriebgewichten gut stimmende Zahlen erhalten werden. Beispielsweise wurden bei nur 0,2 g Antrieb die ersten 4 Quadranten des großen Ringes in 41,0; 56,6; 70,0; 81,0 Sek. durchmessen, während die Theorie 40,7; 57,7; 70,6; 81,4 Sek. verlangt. Die Spitze *A* hat sich auch nach Hunderten von Versuchen nicht merklich abgenutzt. Übrigens ist eine Reserve-spitze beigegeben und das Nachschleifen eine Arbeit von nur wenigen Minuten.

Unter Innehaltung der erwähnten und anderer sich beim Gebrauch von selber ergebenden Vorsichtsmaßnahmen und Versuchsbedingungen müssen die Versuche so

<sup>2)</sup> Für genauere Berechnung ist *D* in dieser Formel mit 31/30 zu multiplicieren, weil die Rolle nicht unendlich weit, sondern 30 cm entfernt ist. — Streng genommen ist auch bei den Rotationsversuchen die an der Trommel wirkende Kraft nicht ganz gleich dem Antriebgewichte, weil der Faden schräg zur Rollenebene austritt. Jedoch ist dieser Faktor gänzlich bedeutungslos, nämlich  $\sqrt{900/901} = 0,9994$ .



exakt ausfallen, daß es für Schüler und Lehrer eine Freude ist. Gerade in der Mechanik würden auch ungenau messende Experimente schlimmer wirken, als gar keine.

Die mechanischen Schulapparate der hergebrachten Konstruktion und Ausführung sind oft nicht einmal für rohe Bestätigung der Sätze anwendbar und werden, falls sie wirklich gut arbeiten sollen, unverhältnismäßig teuer. Auch fehlt ihnen mehrfach die für Lehrzwecke erforderliche Einfachheit und Sichtbarkeit oder sie enthalten bewegte Systeme, deren Abmessungen und Gewicht seitens der Schüler schwer oder gar nicht zu kontrollieren sind. Endlich ist ihre Verwendung nur auf einen engen Erscheinungskreis beschränkt. Demgegenüber dürfte der im Vorhergehenden beschriebene Apparat, was Einfachheit des Prinzips und der Konstruktion, was Bequemlichkeit, Genauigkeit und Vielseitigkeit anbetrifft, sehr weit gehenden Ansprüchen genügen.

Er ist also ein Universalapparat für das ganze Gebiet der Schulmechanik. Bei alledem ist er in bester Ausführung so wohlfeil, daß der Kostenpunkt der Anschaffung nicht entgegensteht. Herr Max Kobl in Chemnitz hat die exakte Ausführung des Apparats übernommen.

## Ein verbessertes Voltameter.

Von

Bruno Kolbe in St. Petersburg.

Herr Prof. MAXIMILIAN ROSENFELD hat kürzlich (*diese Zeitschr.* XIII 261) einen „vereinfachten Apparat zur volumetrischen Elektrolyse“ beschrieben, welcher — bis auf die Anwendung zweier Röhren, statt einer — wie ein Zwillingbruder meines Knallgas-Voltameters (*diese Zeitschr.* X 77) aussieht.

Ich habe meine Modifikation des Hofmannschen Voltameters<sup>1)</sup> schon seit Jahren in dieser Weise umgewandelt und — auf Wunsch einiger Fachkollegen — schon längere Zeit vor dem Erscheinen des obigen Aufsatzes des Herrn ROSENFELD diese Konstruktion Herrn Mechaniker Max Kohl in Chemnitz und Ferdinand Ernecke in Berlin mitgeteilt. Einen Streit um die Priorität kann es jedoch um so weniger geben, als es sich nur um eine nabeliegende Modifikation eines bekannten Apparates handelt. (Man vergl. W. Ostwald, Grundlinien d. anorg. Chemie 1900, S. 145, Fig. 56.)

Wie der Apparat hergestellt werden kann, ist schon früher (*diese Zeitschr.* X 75—77) eingehend beschrieben, nur muß ich hier bemerken, daß die beiden Löcher im oberen Pfropfen, durch welche die Röhren geführt werden, sehr nahe stehen, sodaß der Abstand der inneren Ränder im Minimum nur 2 mm beträgt.

Herr ROSENFELD verwendet zwei Gummipfropfen; diese werden aber bei längerem Nichtgebrauche besser herausgenommen, da sie sonst später nicht gut wasserdicht schließen<sup>2)</sup>. Darum wählte ich für meinen früheren Apparat als oberen Pfropfen lieber einen guten, paraffinierten Kork, der noch warm eingepreßt wurde und nicht herausgenommen zu werden braucht.

<sup>1)</sup> Einführung in die Elektrizitätslehre II, S. 100.

<sup>2)</sup> Nach dem Abspülen und Trocknen reibe ich die Gummipfropfen mit gelbem Vaselinein und bewahre sie in einem Kästchen vor Staub und Licht geschützt auf. So haben sich meine Pfropfen seit 6 Jahren weich erhalten.

Um aber die Möglichkeit, das am oberen Rande doch das angesäuerte Wasser herausquellen könne, ganz auszuschließen, habe ich die Röhren und den Glascylinder aus einem Stück herstellen lassen, wodurch der Apparat auch ein gefälligeres Ansehen bekommt. In dieser Gestalt zeigt ihn Fig. 1.

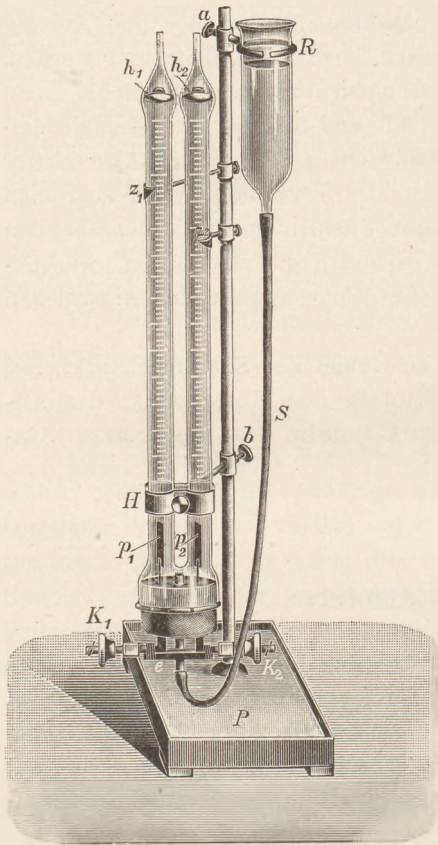


Fig. 1.

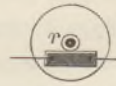


Fig. 2.

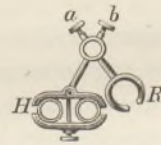


Fig. 3.



Fig. 4.

Die Röhren haben einen inneren Durchmesser von 12—15 mm und eine Gesamthöhe von 45 cm (auch 40 cm genügt für Schulzwecke vollständig). Geteilt sind sie in Fünftel resp. halbe ccm.

Die in Fig. 1 angegebene Stellung der Hähne ist etwas weniger bequem, als die seitliche, gestattet aber die Röhren näher aneinander zu rücken, um den Widerstand auf ein Minimum herunterzudrücken. Dieser Apparat liefert in derselben Zeit 12—15 mal mehr Gas, als der Hofmannsche. — Fig. 3 zeigt die Stellung der Zwingen (H), welche die Röhren halten, und des nicht geschlossenen Ringes (R), der zur Aufnahme des cylindrischen Trichters dient. Bei der Ablesung wird dieser so gehalten, daß die Flüssigkeitspiegel in gleicher Höhe stehen (natürlich für jeden Schenkel einzeln). — Bei Anwendung eines hölzernen Fußgestelles empfiehlt es sich, das Brett mit einer ca. 2 cm hohen Leiste zu versehen und mit Paraffin zu überziehen. Sehr bequem ist die Anwendung zweier Zeiger, die an dem Metallstabe beweglich angebracht sind.

Um das lästige Herausspritzen des angesäuerten Wassers (beim Heben des Trichters) ganz zu beseitigen, braucht man nur eine kleine hohle Glaskugel, die eine kleine Öffnung und unten einen kurzen Hals hat, vermittelt eines etwa 2 cm langen Stückes Gummischlauch auf der Spitze der Glasröhre zu befestigen. Sehr geeignet hierzu sind die abgesprengten Kugeln einer zerbrochenen Geißler'schen



Röhre (Uranglas). Ein Kugeldurchmesser von 10—15 mm genügt. — Es ist ferner zweckmässig, wenn der Gummipfropf oben trichterförmig ausgehöhlt ist, so daß die Flüssigkeit vollständig durch das Glasrohr (das dann nicht wie in der Figur herausragt) abfließen kann (Fig. 4). Um ein Herausdrängen des Pfropfens unmöglich zu machen, empfiehlt es sich, eine passend geformte Stützplatte so am Stativ anzubringen, daß sie fest an die untere Fläche des Pfropfens geprefst werden kann.

Diese Konstruktion des Voltameters wird von den Mechanikern Ferdinand Ernecke (Berlin), Max Kohl und G. Lorenz (Chemnitz), E. Leybolds Nachfolger (Köln) und Tryndins Söhne (Moskau) geliefert.

## Elementare Ableitung einiger wichtiger Formeln über den Wechselstrom.

Von

Dr. **Bermbach** in Köln.

Das Verfahren, das wir anwenden werden, einige Formeln über den Wechselstrom abzuleiten, die für die Theorie der Meßinstrumente von grundlegender Bedeutung sind, hat Ähnlichkeit mit der Ermittlung eines Näherungswertes für die Zahl  $\pi$ . Wenn wir z. B. nur die erste Dezimalstelle von  $\pi$  genau haben wollen, so genügt es, den Umfang eines in den Kreis beschriebenen regulären 16-Ecks gleich der Peripherie zu setzen.

Einen sinusidalen Wechselstrom denken wir uns in eine hinlänglich groÙe Zahl von constanten Gleichströmen zerlegt — etwa in 16 —, mit anderen Worten: wir denken uns die Periode des Wechselstromes in 16 gleiche Zeitabschnitte geteilt und sehen die elektromotorische Kraft während jedes Intervalles als constant an. Wem die Teilung der Periode in 16 gleiche Abschnitte nicht genügt, der kann, wie sich aus dem Folgenden ergibt, leicht zu einer gröÙeren Anzahl von Teilen übergehen, etwa zu 32 oder 64 etc. Auf den ersten Blick hat es den Anschein, als ob die Endresultate, die wir auf dem angedeuteten Wege erzielen, nur angenähert genau sein könnten und daß die Genauigkeit um so gröÙser sein müsse, in je mehr Intervalle man die Periode zerlegt hat. Merkwürdiger Weise aber sind unsere Endresultate dieselben, wie wenn wir eine Zerlegung der Periode in unendlich viele Intervalle vorgenommen oder eine Integration ausgeführt hätten. Dieser höchst beachtenswerte Umstand ist die Folge einer Eigentümlichkeit der Sinusfunktion. Es läÙt sich nämlich folgende Gleichung beweisen:

$$(I) \quad \sin^2\left(2\pi \cdot \frac{1}{n}\right) + \sin^2\left(2\pi \cdot \frac{2}{n}\right) + \sin^2\left(2\pi \cdot \frac{3}{n}\right) + \dots + \sin^2\left(2\pi \frac{n-1}{n}\right) + \sin^2\left(2\pi \frac{n}{n}\right) = \frac{n}{2},$$

wo  $n$  eine ganze Zahl ist, die gröÙser als 2 ist.

Wir sehen von einem allgemeinen Beweise dieser Formel ab und beschränken uns darauf, ihre Richtigkeit für einige besondere Fälle darzuthun. Für  $n=3$  haben wir:

$$\sin^2 2\pi \cdot \frac{1}{3} + \sin^2 2\pi \cdot \frac{2}{3} + \sin^2 2\pi = \sin^2 120^\circ + \sin^2 240^\circ + 0 = 2 \sin^2 60^\circ = 2 \left(\frac{1}{2}\sqrt{3}\right)^2 = \frac{3}{2};$$

$$n = 4:$$

$$\sin^2 2\pi \cdot \frac{1}{4} + \sin^2 \pi + \sin^2 2\pi \cdot \frac{3}{4} + \sin^2 2\pi = \sin^2 90^\circ + \sin^2 270^\circ = 2 = \frac{4}{2} \text{ etc.}$$

Von unserer obigen Gleichung I werden wir im Folgenden oft Gebrauch machen.

Wir beschränken uns auf den Fall, daß der Wechselstrom ein sinusoidal ist, daß also die momentane elektromotorische Kraft zur Zeit  $t$  durch die Gleichung

$$e = E \cdot \sin 2\pi \frac{t}{T}$$

bestimmt ist, wo  $E$  die maximale elektromotorische Kraft und  $T$  die Periode (z. B.  $\frac{1}{50}$  Sekunde) bedeutet.

Unser Wechselstrom durchfließe einen induktionsfreien Widerstand (Glühlampe, Hitzdrahtinstrument etc.) vom Widerstande  $W$  Ohm, und wir stellen uns die Aufgabe, zu ermitteln, welche Intensität ein gleichgerichteter Strom haben müßte, wenn durch diesen während jeder Periode dieselbe Wärmemenge in dem Widerstande erzeugt werden soll wie durch den Wechselstrom. Die Intensität unseres Wechselstromes ist in jedem Momente, da der Widerstand induktionsfrei sein soll, durch die Gleichung bestimmt

$$i = \frac{E}{W} \sin 2\pi \frac{t}{T},$$

oder wenn wir  $\frac{E}{W} = I$  setzen, durch die Gleichung

$$i = I \sin 2\pi \frac{t}{T}.$$

Die gesuchte Stärke des Gleichstromes, den wir den äquivalenten nennen wollen, bezeichnen wir mit  $J$ .

Wir denken uns die Periode  $T$  in eine hinlänglich große Anzahl — etwa in 16 — gleiche Intervalle geteilt und sehen die Stromstärke während  $\frac{1}{16}$  Periode als constant an und zwar als gleich der Intensität am Ende des betreffenden Zeitabschnittes.

Nun ist die in einem Leiter vom Widerstande  $W$  Ohm durch einen constanten Strom von der Stärke  $i$  Ampère während der Zeit  $\frac{T}{16}$  Sekunde entwickelte Wärmemenge  $q$

$$q = \frac{T}{16} \cdot 0,237 \cdot W \cdot i^2$$

oder, wenn wir

$$\frac{T}{16} 0,237 \cdot W = a$$

setzen,  $q = a \cdot i^2$ .

Die gesamte während einer Periode durch unseren Wechselstrom erzeugte Wärme  $Q$  ist also

$$Q = \Sigma q = a (i_1^2 + i_2^2 + \dots + i_{16}^2),$$

wo

$$i_1^2 = I^2 \sin^2 2\pi \cdot \frac{1}{16}, \quad i_2^2 = I^2 \sin^2 2\pi \cdot \frac{2}{16} \dots i_{16}^2 = I^2 \cdot \sin^2 2\pi.$$

Berücksichtigen wir, daß

$$\sin^2 2\pi \cdot \frac{1}{16} + \sin^2 2\pi \cdot \frac{2}{16} + \dots + \sin^2 2\pi = 8 \text{ (s. Gleichung I),}$$

so finden wir, daß

$$Q = 8 a I^2.$$

Soll nun durch den äquivalenten Gleichstrom, von der Stärke  $J$  in unserem Leiter während der Zeit  $T$  dieselbe Wärmemenge  $Q$  erzeugt werden, so muß

$$Q = T \cdot 0,237 \cdot W \cdot J^2 \text{ sein.}$$

Combiniert man die beiden letzten Gleichungen und setzt für  $a$  seinen Werth ein, so ergibt sich die bekannte Beziehung

$$(II) \quad J^2 = \frac{1}{2} I^2 \text{ oder } J = \sqrt{\frac{1}{2}} \cdot I.$$

Diejenige Größe, die wir mit Hilfe eines Kalorimeters bei Wechselstrommessungen direkt finden, ist  $J$ , d. h. die Stärke des äquivalenten Gleichstromes oder die effektive<sup>1)</sup> Intensität des Wechselstromes. Mit Hilfe der Gleichung II können wir daher  $I$ , die maximale Stärke des Wechselstromes, ermitteln. Kennen wir aber diese und die Periode oder die

<sup>1)</sup> Weil der betreffende Wechselstrom in dem induktionsfreien Leiter denselben Effekt hervorruft wie der äquivalente Gleichstrom.



Polwechselzahl<sup>2)</sup>, so können wir die zu einer beliebigen Zeit herrschende Stromstärke  $i$  aus der Gleichung

$$i = I \sin 2\pi \cdot \frac{t}{T}$$

berechnen.

Da der Hauptteil eines Hitzdrahtinstrumentes ein dünner Platindrabt ist, der nur einen schwachen Strom vertragen kann, da er sonst durchschmilzt, so ist dasselbe hauptsächlich für Spannungsmessungen eingerichtet. Es sei nun  $W$  der Widerstand des dünnen Platindrahtes und des Vorschaltwiderstandes, der induktionsfrei sei. Multiplizieren wir in unserer Gleichung II beide Seiten mit  $W$ , und ersetzen wir  $J \cdot W$  durch  $\mathcal{E}$ , die Spannungsdifferenz des äquivalenten Gleichstromes, und  $I \cdot W$  durch  $E$ , die maximale elektromotorische Kraft des Wechselstromes, so ergibt sich

$$(III) \quad \mathcal{E} = \sqrt{1/2} \cdot E.$$

Mit Hilfe des Hitzdrahtspannungsmessers können wir  $\mathcal{E}$ , die effektive Spannungsdifferenz, direkt finden, so daß wir also  $E$  berechnen können.

Unsere im Vorigen gekennzeichnete elementare Methode wollen wir jetzt auf das Elektrodynamometer anwenden. Die Einrichtung dieses Meßinstrumentes hat Ähnlichkeit mit der Coulombschen Drehwaage; der Standkugel entspricht eine feststehende Spule, und der beweglichen Kugel der Drehwaage entspricht eine bewegliche Spule. Vor der Messung mögen die Windungsebenen der beiden Spulen senkrecht zu einander stehen. Fließt nun durch die eine Spule ein Strom  $i_1$  und durch die andere Spule der Strom  $i_2$ , so suchen sich die beiden Spulen parallel zu stellen und zwar mit einer Kraft, die proportional  $i_1 \cdot i_2$  ist (nach dem bekannten Satze über gekreuzte Ströme).

Wir nehmen zunächst an, daß die feste und die bewegliche Spule hintereinander geschaltet seien und daß durch sie ein Gleichstrom von der Stärke  $i$  fließe. Dann ist die ablenkende Kraft, die auf die bewegliche Spule wirkt, proportional  $i^2$ . Daher können wir

$$\text{das Drehungsmoment gleich } c \cdot i^2$$

setzen, wo  $c$  ein Proportionalitätsfaktor ist.

Sollen die beiden Spulen rechtwinklig zu einander stehen bleiben, so muss man die Feder, an der die bewegliche Spule hängt, um einen gewissen Winkel  $\varphi$ , den Torsionswinkel, drehen. Die Torsionskraft der Feder, die die ablenkende Kraft des Stromes aufhebt, ist proportional dem Torsionswinkel, so daß also

$$\text{das Drehungsmoment gleich } a \cdot \varphi,$$

wo  $a$  eine Constante ist. Mithin ist

$$i^2 \cdot c = a \cdot \varphi$$

$$i = \sqrt{\frac{a}{c}} \cdot \sqrt{\varphi} = m \sqrt{\varphi}.$$

Die Constante  $m$  findet man dadurch, daß man einen Gleichstrom von bekannter Stärke durch den Apparat fließen läßt und  $\varphi$  beobachtet.

Schicken wir einen sinoidalen Wechselstrom, dessen momentane Stärke

$$i = I \sin 2\pi \cdot \frac{t}{T}$$

ist, durch den Apparat, so schwankt der Strom innerhalb zweier Grenzen, mithin auch die Kraft, mit der der Strom die bewegliche Spule zu drehen sucht. Bei hinreichend großer Periodenzahl aber findet man, daß bei einem gewissen Torsionswinkel, den wir  $\varphi$  nennen wollen, trotz der Stromschwankungen die Spulen senkrecht zu einander stehen bleiben. Es ist also gerade so, als ob ein Gleichstrom von einer gewissen Intensität  $J$  durch den Apparat

<sup>2)</sup> Gleich Anzahl der Pole, an denen eine Spule des Ankers während einer Sekunde vorbeigeht.

Ist diese Anzahl gleich  $n$  (z. B. 100), so ist  $T = \frac{2}{n}$ .

flösse. Wir stellen uns nun wieder die Aufgabe, auf elementarem Wege zu ermitteln, welche Beziehung zwischen diesem gedachten, äquivalenten Gleichstrom von der Stärke  $J$  und der maximalen Intensität des Wechselstromes  $I$  besteht.

Wir denken uns wie vorhin die Periode  $T$  in 16 gleiche Intervalle zerlegt und sehen auch jetzt wieder die Stromstärke während jedes Intervalles als constant an ( $i_1, i_2, \dots, i_{16}$ ). Dann ist

$$i_1^2 = m^2 \cdot q_1,$$

wenn wir mit  $q_1$  den Torsionswinkel bezeichnen, der einem Gleichstrom von der Stärke  $i_1$  entspricht. Ferner ist

$$i_2^2 = m^2 \cdot q_2$$

$$i_{16}^2 = m^2 q_{16}.$$

Addieren wir unsere Gleichungen:

$$(IV) \quad \Sigma i^2 = m^2 \Sigma q;$$

wie bewiesen, ist

$$\Sigma i^2 = 8 I^2.$$

Der beobachtete Torsionswinkel  $q$  ist natürlich weder gleich  $q_1$ , noch gleich  $q_2$  etc., hat vielmehr einen Mittelwert, den wir gleich dem arithmetischen Mittel von  $q_1, q_2, \dots, q_{16}$  setzen. Also

$$q = \frac{1}{16} \Sigma q \text{ oder } \Sigma q = 16 q.$$

Unsere Gleichung IV geht daher über in

$$8 I^2 = 16 m^2 \cdot q \text{ oder in}$$

$$I^2 = 2 m^2 q.$$

Ferner ist, da zu dem Gleichstrom von der Stärke  $J$  ebenfalls der Torsionswinkel  $q$  gehören soll,

$$J^2 = m^2 q,$$

so dafs

$$I^2 = 2 J^2 \text{ ist.}$$

Dasselbe Resultat hatten wir bei unserer ersten Aufgabe gefunden, so dafs wir von einer Interpretation desselben absehen können.

Wir haben stillschweigend die Annahme gemacht, dafs der Strom in dem Elektrodynamometer keine Phasenverschiebung erleidet, welche Annahme, wenn es sich nicht um sehr genaue Messungen handelt, statthaft ist.

Schliesslich wollen wir uns mit dem Falle beschäftigen, dafs das Elektrodynamometer als Wattmeter eingerichtet ist. Wir nehmen zunächst an, dafs die Arbeit eines Gleichstromes von der elektromotorischen Kraft  $\mathcal{E}$ , der durch einen Widerstand  $w_1$  fliesse, zu messen sei. Durch die feste Spule des Wattmeters fliesse der Hauptstrom

$$J = \frac{\mathcal{E}}{w_1};$$

die bewegliche Spule nebst einem event. Vorschaltwiderstande bilde einen Nebenschluss, dessen Widerstand  $w_2$  Ohm betrage. Dann ist, wenn wir die früheren Bezeichnungen beibehalten,

$$J \cdot \frac{\mathcal{E}}{w_2} \cdot c = a \cdot q \quad \text{oder} \quad J \cdot \mathcal{E} = m^2 \cdot w_2 \cdot q.$$

Kennen wir daher die für das Wattmeter charakteristische Constante  $m$  und  $w_2$ , so können wir mit Hilfe des beobachteten Torsionswinkels  $q$  die elektrische Energie berechnen, die der Widerstand  $w_1$  — dessen Grösse wir aber nicht zu kennen brauchen — verzehrt. Kennen wir aber  $w_1$ , so können wir mit Hilfe des Wattmeters sowohl die elektromotorische Kraft bezw. Spannungsdifferenz als auch die Stromstärke  $J$  bestimmen; denn

$$J \cdot \mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}^2}{w_1} = J^2 \cdot w_1.$$



Ein Wechselstrom von der momentanen elektromotorischen Kraft

$$e = E \sin 2\pi \frac{t}{T}$$

durchfließt einen induktionsfreien Widerstand  $w_1$  (z. B. Glühlampen) und die feste Spule des Wattmeters, deren Ohmscher Widerstand vernachlässigt werden kann. Dann ist der Hauptstrom zur Zeit  $t$

$$i = \frac{E}{w_1} \sin 2\pi \frac{t}{T} = I \sin 2\pi \frac{t}{T}.$$

Der Widerstand im Nebenschluß — Vorschaltwiderstand + Wickelung der beweglichen Spule — habe einen so kleinen Selbstinduktionskoeffizient, daß wir die Phasenverschiebung im Wattmeter vernachlässigen dürfen. Es fließt dann durch die bewegliche Spule zur Zeit  $t$  der Strom

$$i^1 = \frac{E}{w_2} \sin 2\pi \frac{t}{T}.$$

Jetzt ist der Torsionswinkel  $\varphi_t$  zur Zeit  $t$  durch die Gleichung bestimmt

$$i \cdot i^1 = m^2 \varphi_t \quad \text{oder} \quad \left( I \sin 2\pi \frac{t}{T} \right) \left( \frac{E}{w_2} \sin 2\pi \frac{t}{T} \right) = m^2 \varphi_t \quad \text{oder} \quad I \cdot E \sin^2 2\pi \frac{t}{T} = m^2 \cdot w_2 \varphi_t.$$

Zerlegen wir wieder die Perioden in 16 gleiche Intervalle und nennen wir die betreffenden Torsionswinkel  $\varphi_1, \varphi_2 \dots \varphi_{16}$ , so erhalten wir 16 Gleichungen, die wir addiren:

$$I \cdot E \left( \sin^2 2\pi \frac{1}{16} + \sin^2 2\pi \frac{2}{16} + \dots + \sin^2 2\pi \right) = m^2 w_2 (\varphi_1 + \varphi_2 \dots \varphi_{16}).$$

Berücksichtigen wir die früheren Entwicklungen, so finden wir

$$8 \cdot I \cdot E = 16 m^2 w_2 \varphi \quad \text{oder} \quad I \cdot E = 2 m^2 w_2 \varphi.$$

Für den äquivalenten Gleichstrom von der elektromotorischen Kraft  $\mathcal{E}$  hatten wir gefunden

$$J \cdot \mathcal{E} = m^2 w_2 \varphi, \quad \text{so daß} \quad I \cdot E = 2 J \cdot \mathcal{E}.$$

Die von einem Wechselstrom, der dem Sinusgesetz gehorcht, in einem induktionsfreien Leiter geleistete und mit Hilfe des Wattmeters bestimmbare Arbeit ist daher gleich dem halben Produkte aus der maximalen Spannung und der maximalen Stromstärke oder, da die effektive Spannung gleich  $\sqrt{\frac{1}{2}} \cdot E$  und die effektive Intensität des Wechselstromes gleich  $\sqrt{\frac{1}{2}} I$  ist, gleich dem Produkte aus der effektiven Spannung und der effektiven Stromstärke<sup>3)</sup>.

## Einführung in die Elektrizitätslehre.

Von

Ernst Brunn in Flensburg.

Das Folgende bietet eine Skizze eines ersten Unterrichtes in der Elektrizitätslehre. Den Anfang bildet die Lehre vom elektrischen Gleichstrom. Vorausgesetzt wird, daß die magnetischen Grunderscheinungen bekannt sind.

### § 1. Die Grunderscheinungen.

Erklärung 1: Wenn ein aus beliebigem Stoffe bestehender Draht eine in seiner Nähe befindliche Magnethöhle senkrecht zu seiner Längsrichtung zu stellen sucht, so sagt man: Der Draht wird von einem elektrischen Strome durchflossen.

<sup>3)</sup> Weitere Entwicklungen, die sich an die obigen anschließen, sind erschienen im Elektrot. Anzeiger 1900 No. 90; sie behandeln den Fall, daß der Stromkreis mit Selbstinduktion behaftet ist.

Erklärung 2: Stoffe, aus denen sich derartig wirksame Drähte (Stangen, Fäden) herstellen lassen, nennt man „Leiter“ des elektrischen Stromes; unwirksame Stoffe „Nichtleiter“. — Leiter sind z. B. die Metalle und die Kohle; Nichtleiter z. B. Glas, Hartgummi, Seide, Holz, Hanf.

Zwei weitere Wirkungen des „Stromes“: 1. Ein zwischen den Polen eines Hufeisenmagneten drehbar aufgehängtes stromdurchflossenes Drahtrechteck sucht sich senkrecht zur Verbindungslinie der beiden Pole zu stellen. — 2. Ein Stück weichen Eisens wird in eine stromdurchflossene Spule hineingezogen.

Bedingung für das Zustandekommen des Stromes ist das „Einschalten“, d. h. die Herstellung einer ununterbrochenen leitenden Verbindung mit zwei Klemmen, die ihrerseits in ununterbrochener leitender Verbindung mit einer Dynamomaschine (oder Batterie) stehen.

Die Wirkungen treten augenblicklich nach dem Einschalten auf. — Die beiden Klemmen bezeichnet man als die „Pole“ der Gebrauchsleitung.

Wechselt man die Pole, so bleibt die Wirkung des Stromes auf das weiche Stück Eisen dieselbe, dagegen ändert sich die Wirkung auf die Magnetnadel und beim Drahtrechteck. Beide suchen in die der ersten entgegengesetzte Lage zu gelangen. Um die Erscheinungen eindeutig beschreiben zu können, erklärt man „der elektrische Strom hat eine Richtung“.

Erklärung 3: Legt man die rechte Hand so an den stromdurchflossenen Leitungsdraht, daß die Innenfläche der Hand der Magnetnadel zugekehrt ist, und der Daumen nach der Seite des aus seiner Lage abgelenkten Nordpols zeigt, so verläuft der Strom von der Handwurzel nach der Fingerspitze zu im Leitungsdraht.

Erklärung 4: Den Pol, von dem der Strom nach Erkl. 3 seinen Ausgang nimmt, nennt man den „positiven Pol“, den andern den „negativen Pol“.

Ergebnis für das Drahtrechteck: Befindet sich ein stromdurchflossenes Drahtrechteck zwischen den Polen eines Hufeisenmagneten, so sucht sich das Drahtrechteck in solcher Weise senkrecht zur Verbindungslinie der Pole zu stellen, daß der Strom vor dem Nordpol gegen den Sinn des Uhrzeigers kreist.

Zwei weitere Stromwirkungen: 4. Ein dünner Draht wird beim Stromdurchgang glühend. — 5. Aus einer Kupfersulfatlösung, in welche zwei Platinplatten tauchen, schlägt sich an der Platte, welche mit dem negativen Pole verbunden ist, Kupfer nieder.

Zusammenfassung: Wiederholung aller 5 Wirkungen des Stromes in einer einzigen Leitung. — Wirkung des Polwechsels. — Schaltungsskizze.

## § 2. Die Stärke des elektrischen Stroms.

Die Wirkungen lassen sich abstimmen, verstärken und schwächen. Man kann daher eine Wirkung bestimmter Größe zum Kennzeichen für das Vorhandensein eines Stromes bestimmter Stärke machen.

Erklärung 1: Das „Ampère“ ist die Einheit der elektrischen Stromstärke. Es wird dargestellt durch den unveränderlichen elektrischen Strom, welcher beim Durchgang durch eine wässrige Lösung von Silbernitrat in einer Sekunde 1,118 mg Silber niederschlägt. — Ein Ampère Stromstärke kann auch durch einen Kupferniederschlag von 0,328 mg in der Sekunde gemessen werden.

Erklärung 2: Instrumente, welche die Ampèrezahl eines Stromes messen, heißen „Ampèremeter“. — Der „Kohlrausch-Ampèremeter“ beruht auf dem Hineinziehen eines weichen Eisenkernes in eine Spule. Das „Deprez-Ampèremeter“ (Hartmann und Braun's Schulgalvanometer) beruht auf der Drehung eines Drahtrechtecks zwischen den Polen eines Hufeisenmagneten.

Durch Einschalten eines Deprez-Ampèremeters an verschiedenen Stellen einer unverzweigten Leitung wird der Satz gewonnen:

1a: Es ist gleichgültig, an welcher Stelle einer unverzweigten Leitung das Ampèremeter eingeschaltet wird. Oder: 1b. Der elektrische Strom hat an allen Stellen einer unverzweigten Leitung dieselbe Stärke.



Durch gleichzeitiges Einschalten von drei Ampèremetern in dieselbe unverzweigte Leitung kann eine „Aichungstafel“ gewonnen werden.

Nach Herstellung einer Stromverzweigung wird durch Einschalten der Ampèremeter in die unverzweigte Leitung und die Zweigleitungen der Satz gewonnen:

2a. Die Summe der Stromstärken in den Zweigleitungen ist gleich der Stromstärke in der unverzweigten Leitung. Oder verallgemeinert: 2b. An jedem Verzweigungspunkte ist die Summe der ankommenden Stromstärken gleich der Summe der abfließenden. [1. Kirchhoff'scher Satz.]

### § 3. Der Widerstand.

Aus Versuchen wird als Ergebnis gewonnen: „Die Stromstärke ist um so geringer, je länger die Leitung und je kleiner der Querschnitt ist; sie hängt außerdem vom Stoffe der Leitung ab.“ Man sagt, die Leitung hat einen „Widerstand“ und erklärt:

Erklärung 1: Das „Ohm“ ist die Einheit des elektrischen Widerstandes. Es wird dargestellt durch den Widerstand einer Quecksilbersäule von 0° C., deren Länge bei durchweg gleichem, einem qmm gleichzuachtenden Querschnitt 106,3 cm beträgt. — Ein Quecksilberfaden von 106 cm Länge und 1 qmm Querschnitt hat (ungefähr) ein Ohm Widerstand; desgl. ein Kupferdraht von 61 m Länge und 1 qmm Querschnitt. Eine gewöhnliche 16 kerzige Glühlampe hat 220 Ohm Widerstand.

Aus weiteren Versuchen ergibt sich: 1. Parallelschaltung verringert den Widerstand; Hintereinanderschaltung vergrößert ihn. — 2. Die Stromstärke in einem Zweige einer Stromverzweigung ist um so größer, je kleiner sein Widerstand ist. Oder: „Je größer der Widerstand eines Zweiges einer Stromverzweigung ist, desto geringer ist die Stärke des durch denselben fließenden Stromes.“

Anwendung der Ergebnisse auf die Benutzung des Hartmann und Braun'schen Schulgalvanometers und auf die des Schaltbretts der elektrischen Leitung.

### § 4. Die elektromotorische Kraft.

Ist zwischen zwei „Polen“ eine Leitung gelegt, so ist die Leitung durch die Anzahl der Ohm zu messen, während der durch die Leitung fließende Strom durch die Anzahl der Ampère gemessen wird. Die Ursache des elektrischen Stromes suchen wir in dem verschiedenen „elektrischen Zustand“ der beiden Pole. Da infolge dieser Zustandsverschiedenheit in der Leitung ein elektrischer Strom fließt, nennt man die Ursache desselben eine „elektromotorische Kraft“. Man erklärt:

Erklärung 1: „Die Einheit der elektromotorischen Kraft ist das „Volt“. Es wird dargestellt durch die elektromotorische Kraft, die in einem Leiter, dessen Widerstand 1 Ohm ist, einen elektrischen Strom von 1 Ampère Stärke erzeugt.“

Aus der Betrachtung von Beispielen<sup>1)</sup> ergibt sich, daß sachgemäß die Anzahl „e“

<sup>1)</sup> Die Beispiele sind Versuche, die zeigen, daß z. B. dieselbe Elektrizitätsquelle, die bei einem Widerstande von 25 000 Ohm einen Strom von 1,9 Milliampère liefert, in einem doppelt so großen Widerstande von 50 000 Ohm einen Strom von 0,95 M.-A. und in einem von 75 000 Ohm einen Strom von 0,63 M.-A. erzeugt, daß also das Produkt 47,5, das sich aus diesen Versuchen ergibt, für eine gegebene Elektrizitätsquelle eine unveränderliche Zahl darstellt, mittels deren beurteilt werden kann, welche Stromstärke in einem gegebenen Widerstand oder welcher Widerstand bei gegebener Stromstärke zu erwarten ist. Versuche mit anderen Elektrizitätsquellen und denselben Widerständen ergeben andere Zahlen, aber für jede Quelle eine bestimmte Zahl, deren Benennung „Volt“ die Erklärung 1 des § 4 liefert. Die so erhaltene Voltzahl mit der elektrostatischen Definition in Einklang zu bringen, ist weit spätere Aufgabe, wie am Schlusse meiner Skizze das Stichwort „Elektroskop als Übergang zu den Erscheinungen der Reibungselektrizität“ andeutet.

(Anm. der Redaktion. Diese Fußnote bildet den Hauptinhalt einer Entgegnung, die uns der Verf. nach Kenntnisaufnahme von den nachfolgenden Bemerkungen des Hrn. Spies übersandte. Der besseren Übersicht wegen haben wir sie mit Zustimmung des Hrn. Brunn unmittelbar an diese Stelle gesetzt und Hrn. Spies veranlaßt, sie bereits zu berücksichtigen.)

der Volt, die erforderlich sind, um durch eine Leitung von „ $w$ “ Ohm Widerstand den Strom von „ $i$ “ Ampère zu treiben, durch das Produkt  $i \cdot w$  zu definieren ist.

Erklärung 2: Die Voltzahl ist gleich dem Produkt aus der Ampèrezahl und der Ohmzahl.

$$e = i \cdot w. \text{ [Ohmsches Gesetz.]}$$

Berechnung von Voltzahlen aus der Ohmzahl und Ampèrezahl an Glühlampen, Ampèremetern und Galvanometern.

Das „Voltmeter“ als Ampèremeter von großem Widerstand. Unmöglichkeit der Messung mit solchen Voltmetern im Hauptschluss und Notwendigkeit des Anlegens des Voltmeters im Nebenschluss, um die notwendige Bedingung: „Das Anlegen eines Messinstruments darf nichts (d. h. nur verschwindend wenig) an der zu messenden Voltzahl ändern,“ zu erfüllen. Vergleich mit dem Gebrauch des Thermometers.

Voltmessungen an Glühlampen, Bogenlampen u. s. w.

Satz: Das Voltmeter muß bei Messungen in Nebenschluss gebracht werden.

Durch mannigfache Versuche ist ferner die Thatsache, daß jedes Stück einer Leitung eine Voltzahl gemäß der Gleichung  $e = i \cdot w$  verbraucht, zu erhärten und der Gegensatz zu der Thatsache, daß die Ampèrezahl in allen Teilen einer unverzweigten Leitung dieselbe ist, zu betonen.

Im Folgenden beschränke ich mich auf die Angabe der Stichworte: Elektromagnetismus. Elektromotor. Induktion. Lenz'sche Regel. Dynamomaschine als Umkehrung des Elektromotors. Elektrisches Glühen. Elektrisches Bogenlicht. Elektrolyse. Galvanische Elemente. Telephon. Mikrophon. Funkeninduktor. Elektroskop als Übergang zu den Erscheinungen der „Reibungselektrizität“.

## Bemerkungen zu dem Aufsätze von E. Brunn „Einführung in die Elektrizitätslehre“.

Von

Dr. P. Spies in Potsdam.

Bei einem Gegenstande, der in so lebhafter Entwicklung begriffen ist wie die Elektrizitätslehre, erscheint es gerechtfertigt, daß auch die Behandlung im Unterricht nicht auf einem einmal eingeschlagenen Wege, nur weil er der hergebrachte ist, verharret. Von diesem Gesichtspunkte aus ist ein Versuch wie der des Herrn E. Brunn willkommen zu heißen. Selbst wenn er uns nicht zur Nachfolge veranlaßt, so zwingt er uns doch, den Weg, den wir für den besseren halten, von neuem auf seine Berechtigung und seinen Wert zu prüfen.

Abweichend von der Reihenfolge, in welcher unsere Kenntnisse auf diesem Gebiete gewonnen sind, hat man schon mehrfach versucht, den praktisch wichtigsten Teil, die Lehre vom elektrischen Strom, an die Spitze zu stellen<sup>1)</sup>. Ich bin zwar weit entfernt davon, einem abstrakten pädagogischen Prinzip zu Liebe zu fordern, man solle „den Schüler in gedrängter Kürze denselben Weg gehen lassen, den die Menschheit in der Erschließung des betreffenden Wissensgebietes genommen hat“. Es erscheint aber aus inneren Gründen ratsamer, in der Schule die Elektrostatik der Lehre vom Strome voranzuschicken. Diese Ansicht soll hier nicht in vollem Umfange begründet werden, doch sei im Folgenden der Beweis versucht, daß dem Lehrgange des Herrn Brunn ein solcher vorzuziehen ist, welcher wenigstens einiges über die elektrostatischen Grundbegriffe voraussetzt.

Man kann in dieser Beziehung den Inhalt dessen, was in der Regel in der Elektrostatik gebracht wird, in drei Gruppen teilen, von welchen die erste diejenigen Gegenstände umfaßt, deren Erörterung der Lehre vom Strome vorangehen muß. Sie wird gebildet durch

<sup>1)</sup> z. B. Epstein, Überblick über die Elektrotechnik, ein gutes Buch, welches aber einen für die Schule geeigneten Lehrgang zu geben nicht beansprucht. Vgl. auch ds. Zeitschr. VI 210, VIII 107.



die einfachsten Grunderscheinungen, Anziehung, Abstofsung und Leitung, die Besprechung des elektrischen Spannungszustandes, des Volt als seiner Einheit und der einfachsten Apparate und Methoden zu seiner Messung. Die zweite Gruppe umfaßt alles, was sonst noch zur eigentlichen Elektrostatik gehört, insbesondere Sitz und Verteilung der Elektrizität, Dichtigkeit, Influenz, Influenzmaschine, das Gesetz von Coulomb, das Potential und seine Abnahme auferhalb des geladenen Körpers. So wichtig die hier angeführten Erscheinungen und Gesetze sein mögen, so ist ihre Kenntnis bei einer ersten Einführung in die Lehre vom Strom doch nicht unerläßlich.

Die dritte Gruppe wird durch die Entladungserscheinungen gebildet. Ihr volles Verständnis ist sicherlich erst möglich nach einer Einführung in die Lehre vom Strom, und da zudem das wichtigste experimentelle Hilfsmittel, der Transformator, bzw. Induktor erst später besprochen werden kann, so wird man, wie ich vermute, in Zukunft den bei weitem größeren Teil des hierher gehörigen Stoffs an das Ende der Elektrizitätslehre bringen. Hier erst wird man dann die verschiedenen Formen und Wirkungen der Entladung richtig würdigen; ich weise nur hin auf: Wärmewirkung in ihrer Beziehung zum Jouleschen Gesetz, Induktion, für die als Apparat nicht mehr die Riefssche Spirale, sondern der Teslatransformator auftritt, oscillierende Entladung, ihre Ursachen und Anwendungen, drahtlose Telegraphie, physiologische Wirkungen und praktische Anwendbarkeit hochgespannter Ströme, mechanische Zertrümmerung und das Durchschlagen von Induktoren etc., endlich die Entladung in verdünnten Gasen, Kathodenstrahlen etc.

Ich komme nunmehr zu der Frage: Inwiefern ist ein Lehrgang, welcher wenigstens Gruppe 1 voraussetzt, dem von Herrn Brunn skizzierten vorzuziehen? und ich stehe nicht an zu antworten: Die Lehre vom Strom entwickelt sich dann anschaulicher und in strengem logischen Aufbau. Schon die Definition des Stromes „Wenn ein .. Draht eine .. Magnethadel senkrecht zu seiner Längsrichtung zu stellen sucht, so sagt man: Der Draht wird von einem elektrischen Strome durchflossen“ ist das Gegenteil von anschaulich; denn selbst, wenn ich weiß „Bedingung ist das Einschalten, d. h. die Herstellung einer ununterbrochenen leitenden Verbindung mit zwei Klemmen, die ihrerseits in .. Verbindung mit einer Dynamomaschine stehen“, so kann ich mir weder bei dem Worte Strom etwas denken, noch auch von seiner Ursache irgend eine Vorstellung bilden. Allerdings wird an einer späteren Stelle (§ 4) die letztere in einer Verschiedenheit des elektrischen Zustandes der beiden Pole gesucht. Aber auch hierfür fehlt jede Anschauung, wenn ich die Worte positiv und negativ nur kenne als Bezeichnungen für die Punkte, von bzw. nach welchen der Strom geht, und wenn mir dieser letztere durchaus nicht etwa als Strom, d. h. als eine Strömung anschaulich gemacht wird, bei der ich mir eine Richtung vorstellen kann, sondern nur als ein geheimnisvoller Vorgang im Drahte, den man anscheinend recht unpassender Weise Strom genannt und dem man nach einer Erscheinung auferhalb des Drahtes ganz willkürlich eine Richtung beigelegt hat. Ich glaube, der Schüler wird hierbei vermeinen, sich in lauter Rätseln zu bewegen und es wird ihm erst dann alles auf einmal klar werden, wenn er angehalten wird, zunächst nur auf diese Ursache, auf diesen verschiedenen elektrischen Zustand zu achten, den ich mit den einfachsten Mitteln, durch ein paar geriebene Stäbe erzeugen und dessen Größe ich mit den einfachsten Apparaten beurteilen kann, wenn ihm dann weiterhin ein wirklicher Ausgleich der verschiedenen Zustände gezeigt und das Verhalten der verschiedenen Materialien hierbei geprüft wird. Das Thor zur Lehre vom Strom ist eröffnet, wenn ich nunmehr auch bei einem Element oder einer Dynamo die Verschiedenheit der beiden Pole auf elektrostatischem Wege zeige. Der sogenannte Strom tritt dann als ein Ausgleich einer Zustandsverschiedenheit auf, welche sich freilich, wie ich nachweisen kann, immer wieder herstellt.

Der Vorteil, den ich bei diesem Vorgehen gewinne, ist der, dafs ich die Ursache des Stromes, jene Zustandsverschiedenheit und ihre weitere Ursache, die elektromotorische Kraft unabhängig vom Strome kennen und messen lerne. Es tritt dann das Ohmsche Gesetz als ein reiner Erfahrungssatz auf, sowohl in seinem ersten Teile — Proportionalität des gemessenen  $i$  mit

dem gemessenen  $e$  — als auch in seinem zweiten — umgekehrte Proportionalität von  $i$  mit einer GröÙe  $w$ , die von der Leitung abhängt, also constant bleibt, wenn sich auch die Stromquelle ändert, und welche durch  $c \frac{l}{q}$  dargestellt wird. Bei dem Lehrgange des Hrn. Brunn wird bezüglich der GröÙe  $w$  ähnlich verfahren. Die Spannung an den „Polen“ wird während der betr. Versuche als constant angesehen („eine gegebene Elektrizitätsquelle“); doch findet eine Controlle hierüber nicht statt. Die Vorbedingungen dazu fehlen auch völlig, weil jener „Zustand“ seiner Definition nach nichts anderes ist als die rechnerische GröÙe  $i \cdot w$ .

Da nun in Wirklichkeit jener Zustand nicht genau vom Strome unabhängig ist, selbst wenn Hr. Brunn bereits bei den Versuchen des § 3 hohe Widerstände benutzen sollte — was sich kaum empfehlen wird — so wird der von ihm definierte Widerstand sich nicht genau gleich  $c \frac{l}{q}$  ergeben, und bei den Versuchen des § 4 wird sich auch derselbe Widerstand gegenüber verschiedenen elektromotorischen Kräften nicht genau constant erweisen.

Man wende nicht ein, daß dieselbe durch den Spannungsabfall hervorgerufene scheinbare Ungenauigkeit auch bei anderen Darstellungsweisen auftrete; gewiß tritt sie in den Versuchen zu Tage, aber man kann sie ohne weiteres darauf zurückführen, daß ein stärkerer Strom den Zustand an den Klemmen herabdrücke und man kann dies elektrostatisch zeigen, während es mir viel schwieriger scheint, vom Standpunkte des Hrn. Brunn aus diesen Punkt logisch übersichtlich darzustellen<sup>2)</sup>.

Dieser Betrachtung wollen wir noch eine andere Wendung geben. Wenn man den Begriff der elektromotorischen Kraft durch das Produkt  $i \cdot w$  definiert, so verfährt man umgekehrt wie derjenige, der von der elektrostatischen Definition ausgeht und das Ohmsche Gesetz als experimentelles Ergebnis findet. Hr. Brunn müÙte demnach, wenn er nicht eine wertvolle Beziehung ganz auÙer Acht lassen will, die in der Elektrostatik übliche Definition des elektrischen Zustandes als experimentelles Ergebnis finden. So weit diese Definition auch quantitativ gefaÙt wird, beruht sie auf der Teilung einer gegebenen Elektrizitätsmenge oder auf der wiederholten Zuführung einer gleichen Menge u. s. w. Daß sich hierbei das Potential proportional ändert, muß nun Hr. Brunn mittels des Voltmeters nachweisen. Es wäre interessant zu erfahren, ob er diese Konsequenz zieht und ob er trotzdem seine Reihenfolge für die übersichtlichste hält<sup>3)</sup>.

Um einem Mißverständnis vorzubeugen, sei bemerkt, daß, wenn hier empfohlen wird, den Begriff des „elektrischen Zustandes“ und seiner Messung zuerst auf elektrostatischem Gebiete zu gewinnen, dies nicht ausschließt, die GröÙe der Einheit, das Volt, auf Ohm und Ampère zu beziehen.

Noch ein Wort über die Anschaulichkeit! Man hat zwar auch für die Naturforschung gelegentlich den Grundsatz aufgestellt „Ihr sollt Euch kein Bildnis machen“, und vielleicht hat sich auch Hr. Brunn von dem Gedanken leiten lassen, einen möglichst reinen Ausdruck des Thatsächlichen geben zu wollen; ich bin ihm hierin bisher gefolgt. Ich glaube aber doch, daß man die Theorie der Fluida, die ja eigentlich den Begriffen „Strom, Elektrizitätsmenge, Capacität“ u. s. w. erst eine anschauliche Unterlage giebt, in der Schule nicht wird entbehren können, wobei natürlich nicht ausgeschlossen ist, daß man späterhin und vielleicht auch schon auf der ersten Stufe darauf hinweist, daß jene Vorstellungsweise zunächst nicht den Anspruch hat, mehr zu sein als eine sehr förderliche Versinnlichung noch nicht genügend bekannter Vorgänge. Wenn man sie nicht zu Grunde legt, sind gar zu viele Sätze, z. B. der über Stromverzweigungen, von des Gedankens Blässe angekränkelt. Wenn der Strom durch die Ablenkung der Magnethadel definiert wird, dann sehe ich wohl beim Experimentieren, daß die Summe der Zweigströme gleich dem Hauptstrome ist, aber ich verstehe nicht, warum.

<sup>2)</sup> Es sei mir gestattet als Beispiel der ersteren Darstellungsweise, die sich in vielen Büchern findet, das von Prof. Hermes und mir herausgegebene Lehrbuch von Jochmann anzuführen.

<sup>3)</sup> Die bezügliche Andeutung (vgl. die Fußnote zu dem Aufsätze des Hrn. Brunn) läÙt dies nicht erkennen.



Die bildliche Vorstellungsweise ermöglicht nun auch die Heranziehung der bekannten fruchtbaren Analogieen, der Gas- und Wasserleitung u. s. w.<sup>4)</sup> Man denke sich nun folgende Betrachtung über eine Gasleitung: Die Ursache des Brennens dieser Flamme nennen wir Gasstrom. Voraussetzung ist . . . Leitungsrohr, Aufdrehen des Hahnes etc. Nunmehr wird die Stärke des Gasstromes definiert nach der Flammengröße oder einer anderen Wirkung und dann von einem besonderen „Zustand“ des Gases gesprochen, der vorhanden sein muß, damit jener Strom auftrete. — Ich meine, wir thun besser, mit diesem letzteren Zustande anzufangen, ihn als Druck zu fassen, ihn unabhängig von Wirkungen des Stromes durch ein Manometer zu messen und dann den Strom, aber als etwas wirklich Strömendes, zu betrachten.

Nur darin dürfte Hr. Brunn Recht haben, daß — um im Bilde zu bleiben — man nicht das Verhalten des im Gasbehälter comprimierte Stoffes in jeder Beziehung vollständig zu besprechen braucht, bevor man jemand die einfachsten Kenntnisse über Gasleitungen und ihre Benutzung vermittelt.

## Kleine Mitteilungen.

### Ein Longitudinal- und Transversalwellen - Apparat.

Von Dr. **W. C. L. van Schaik** in Rotterdam, mitgeteilt von **F. J. Vaes** in Rotterdam.

Eine Beschreibung des letzten Apparates, den Dr. van Schaik entworfen, hatte der thätige Mann noch nicht aufgezeichnet, als ihn der Tod ereilte. Ein chronisches Leiden nahm unerwartet eine so gefährliche Wendung, daß er nach wenigen Tagen, am 25. Juni 1900, im 49. Lebensjahre seinem reichen Schaffen entrissen wurde. Er war mehrere Jahre hindurch Lektor der Batavischen Gesellschaft in Rotterdam. Die letzten Lebensjahre widmete er ganz der Bearbeitung zweier Werke; das eine von diesen, der dritte Band des großen Lehrbuchs von Bosscha, hat er kurz vor seinem Tode vollendet und noch die Freude gehabt, dafür von hervorragenden Physikern ehrenvolle Anerkennung zu empfangen; das andere Werk, ein Lehrbuch für höhere Bürgerschulen und Gymnasien, ist leider nicht ganz vollendet.

Fast alle von Dr. van Schaik veröffentlichten Apparate und Versuche wurden von ihm für die Abendvorlesungen in der Batavischen Gesellschaft oder für die beiden zuletzt genannten Lehrbücher erdacht. Seine Arbeiten sind in den *Archives Néerlandaises* (T. XVII, XVIII, XXI, XXV, XXIX), im *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 1887 u. 88, in der *Zeitschr. f. Instrum.-Kunde* 1887 und in dieser *Zeitschrift* (6., 7., 8. u. 11. Jahrg.) erschienen. Besondere Erwähnung verdient seine in der *Zeitschr. f. Instrum.-Kunde* erschienene Abhandlung über die Pendeluhr Galileis (man vgl. den Bericht in dieser *Zeitschrift* I 174). Er wies darin nach, daß bei zwei überlieferten Zeichnungen des Apparates ein kleiner Unterschied in der Stellung bemerkbar sei, daß die Zeichnungen also von verschiedenen Standpunkten aus genommen waren und daß daher ein wirklicher Apparat dieser Art vorhanden gewesen sein müsse.

<sup>4)</sup> In der oben erwähnten Entgegnung sagt Hr. Brunn hierzu noch:

„Ich habe, um meine Skizze möglichst kurz zu fassen, nicht zum Ausdruck gebracht, daß auch ich die bekannten Vergleiche z. B. mit einer Wasserleitung nicht verschmähe: ich füge hinzu, daß ich besonders gern die Wärmeleitung zum Vergleich heranziehe, um die Analogie zwischen Temperatur und Potential nicht zu entbehren. Da jedoch jeder Vergleich hinkt, so meine ich, daß man solche Bilder nur gebrauchen darf, wenn man sie nachdrücklich als solche kennzeichnet. M. E. ist es eine Hauptaufgabe des physikalischen Unterrichts, die Thatsachen selber zu genauer Anschauung und Kenntnis zu bringen und die Frage nach der „Ursache“ im physikalischen Sinne durch die Feststellung der Summe der Bedingungen für das Eintreten einer Erscheinung der Art und der Größe nach zu beantworten.“

Mit dem letzten Satze bin ich durchaus einverstanden; doch glaube ich, daß derselbe auch zu übertriebener Strenge Anlaß geben kann, die im Unterrichte kaum weniger vom Übel ist, als in der Erziehung.

In dieser Zeitschrift wurde bereits (*VII, 181*) ein Wellen-Apparat beschrieben, bei dem Holzstäbe in einiger Entfernung von einander horizontal auf einer starken Klaviersaite in der Nähe ihres Schwerpunktes gestützt und an einem höher gelegenen Kautschukfaden befestigt waren. Die Stäbe, welche sich um die Saite als Achse drehen konnten, wurden durch Laufgewichte in indifferentes Gleichgewicht gebracht, und die Bewegung eines der Stäbe hatte die Bewegung aller anderen zur Folge, welche deutlich als Transversalwelle hervortrat.

Der jetzige Apparat zeigt zugleich Longitudinal- und Transversalwellen und ist vorzüglich geeignet, diese Bewegungen einem grösseren Auditorium zu verdeutlichen, weil sie mehrere Minuten lang in Gang bleibt.

Holzstäbe von 30 cm Länge sind vertikal neben einander und drehbar um horizontale Achsen in Entfernungen von etwa  $7\frac{1}{2}$  cm von einander in einer Reihe aufgestellt. Die

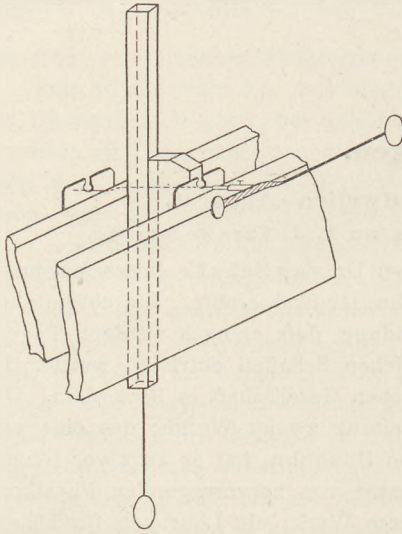


Fig. 1.

Achsen sind dünne Kupferdrähte, welche die Stäbe in der Mitte durchbohren und sich in am Stativ befestigten schmalen Kupferblechen mit geringster Reibung drehen können. Eine kleine Einbiegung der Drähte verhütet ihre Verschiebung. In jeden Stab ist oben ein kleiner Zinkcylinder eingegossen, um das Trägheitsmoment zu vergrößern, während mittelst Laufgewichten die Schwingungszeit aller Stäbe übereinstimmend gemacht werden kann. Jeder Stab trägt einen Ansatz, um die dünnen Kupferdrähte, welche als Achsen dienen, auf einer größeren Länge zu belasten und dadurch etwaige Durchbiegung zu vermindern. Die Stäbe befinden sich zwischen zwei hölzernen Leisten (Fig. 1).

Zwischen je zwei Stäben, und auch zwischen jedem der äußeren Stäbe und dem Stativ, ist eine Spiralfeder gespannt, mittelst deren eine schwingende Bewegung eines Stabes auf alle anderen übertragen wird. An der dem Auditorium zugewandten

Seite tragen die Stäbe unten je eine Papierscheibe, wodurch die Molekeln eines in Longitudinalschwingung befindlichen Systems dargestellt werden. Die „Masse“ dieser Molekeln wird durch das Trägheitsmoment der Stäbe vorgestellt, und ihre „Wechselwirkung“ durch das statische Moment der Federspannung. Die Stäbe sind abwechselnd mit dem Ansatz nach vorn und nach hinten gestellt. Dadurch wird erreicht, daß die unteren Scheiben, welche die Longitudinalwellen zeigen, sich in zwei parallelen Ebenen bewegen, und daß also zwei benachbarte Scheiben einander bei ihrer Bewegung nicht hindern.

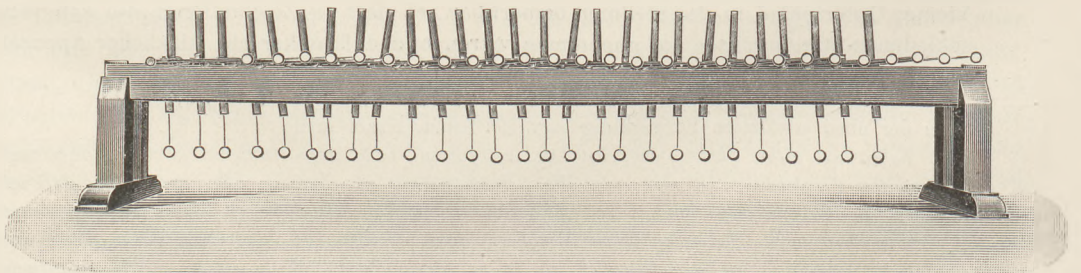


Fig. 2.

Die Achse eines jeden Stabes trägt einen Arm von etwa 25 cm Länge, senkrecht zur Achse und zum Stabe, welcher an seinem Ende ebenfalls eine Papierscheibe trägt, und diese Scheiben zeigen eine Transversalschwingung. Die Arme sind ein wenig schräg nach vorn gebogen, damit sie sich nicht hindern.



Der Apparat zeigt endlich auch stehende Wellen, indem die fortschreitenden Wellen mit den zurückkehrenden interferieren. Es gelingt nicht immer, stehende Wellen zu bekommen, wenn man das Instrument mit der Hand in Bewegung bringt. Vorzüglich gelingt es aber mit Hilfe eines quer zu einem der Stäbe gerichteten Luftstroms. Bezüglich dieser Wirkung muss hingewiesen werden auf die schöne preisgekrönte Abhandlung: „Sur la production des sons dans les tuyaux à bouche“ (*Archives Néerlandaises T. XXV, S. 281—341*), worin

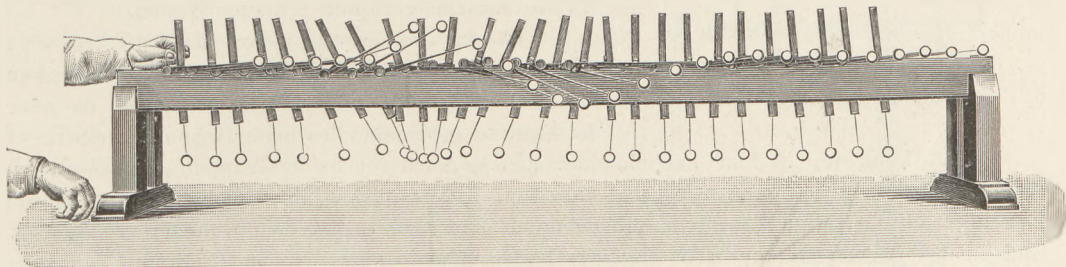


Fig. 3.

dasselbe Prinzip gebraucht wurde bei dem Vibroskop, einer schönen Erfindung des Dr. van Schaik. Die beistehenden Figuren zeigen den Apparat im Ruhestand (Fig. 2), kurz nach Erteilung des Impulses (Fig. 3), und wenn stehende Wellen entstanden sind (Fig. 4).

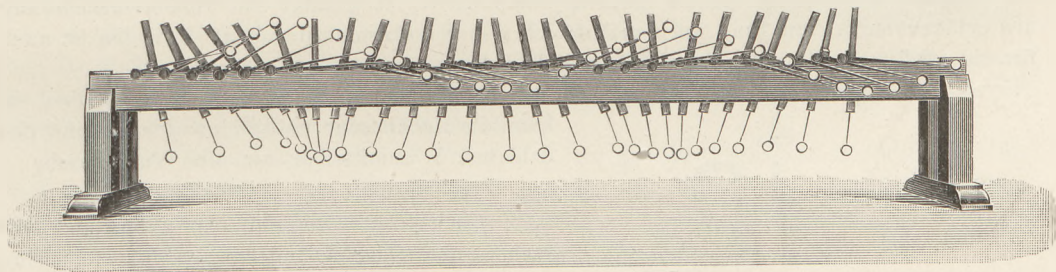


Fig. 4.

Wie schon bemerkt wurde, stehen von den unteren Scheiben die 1., 3., 5. etc. vor der 2., 4., 6. etc., damit sie einander nicht hindern. Es erklärt sich daraus die scheinbare Unregelmäßigkeit in der Figur 4.

Wie fast alle von Dr. van Schaik entworfenen Apparate, wurde auch dieser in vorzüglicher Ausführung hergestellt von Herrn van der Swalm, Amanuensis der Batavischen Gesellschaft zu Rotterdam, der dem Dr. van Schaik mit seiner grossen Handfertigkeit zur Seite stand. Der Apparat, der anfangs nicht gut funktionieren wollte, wurde durch die scharfsinnige Beobachtung des Herrn v. d. Swalm, daß die Reibung der Federn in den Ösen der Stäbe daran schuld war, und durch Ersetzung dieser Ösen durch solche von geringstmöglicher Drahtdicke, mit einem Schläge brauchbar.

### Ein Vorlesungsversuch aus der Lehre vom Gasdruck.

Von Dr. Carl Forch in Darmstadt. (Physikalisches Institut der technischen Hochschule.)

Warburg<sup>1)</sup> beschreibt einen Versuch zur Demonstration der Abhängigkeit des Gasdruckes von der Höhe und dem spezifischen Gewicht der auf der betreffenden Fläche ruhenden Gassäule, der aber nur auf in Luft verbrennbare Gase — speziell auf Leuchtgas — anwendbar ist. Durch eine kleine Änderung läßt sich derselbe mit allen Gasen anstellen.

Läßt man in einer Waschflasche A (Fig. 1) Gas von constantem Druck unter einer Absperrflüssigkeit ausströmen, so kann man durch Verschieben der Zuleitungsröhre bewirken, daß für einen bestimmten äußeren Druck gerade keine Gasblasen mehr aufsteigen, der

<sup>1)</sup> Verhandlungen d. Physikalischen Gesellschaft z. Berlin, 1898, S. 21. Vergl. ds. Heft S. 95.

Gasdruck also gleich ist dem auf der Absperrflüssigkeit ruhenden Atmosphärendruck + dem Druck der Flüssigkeitssäule. Von dem zweiten Rohre der Waschflasche führt eine Leitung zu einer nicht zu kleinen zweiten Flasche *B*. Diese ist mit einem beliebigen (gleichen oder anderen) Gase gefüllt. Durch den doppelt durchbohrten Kork derselben führt eine Glasröhre, an welcher ein langer mit dem gleichen Gas wie die zweite Flasche gefüllter Schlauch *S* sitzt.

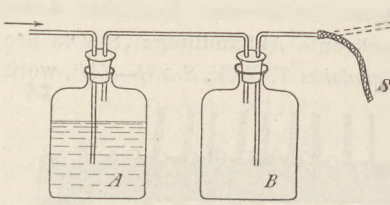


Fig. 1.

Man kann unmittelbar nacheinander den Versuch für beide Gruppen von Gasen anstellen, indem man den ganzen Apparat zuerst mit Kohlendioxyd füllt und hierauf ihn an die Leuchtgasleitung setzt; Flasche *B* und Schlauch sind noch mit reinem Kohlendioxyd gefüllt und da das Ableitungsrohr in *B* bis zum Boden führt, dauert es eine geraume Zeit, ehe Leuchtgas in den Schlauch tritt, selbst wenn durch wiederholtes Senken des Schlauchendes in den oberen Teil von *B* Leuchtgas gekommen ist. Hierauf läßt man so lange Leuchtgas austreten, bis der Schlauch mit diesem gefüllt ist und stellt nun den Versuch für die Gruppe der Gase, die leichter als Luft sind, an.

Ist der Gasdruck möglichst günstig kompensiert, so genügt eine Höhenverschiebung des Schlauchendes von 1 m, um den Versuch sicher auftreten zu sehen. Derselbe ist auch für ein großes Auditorium gut sichtbar und hörbar.

Soll nur Leuchtgas verwendet werden, so kann die Kochflasche natürlich wegfallen und der Schlauch *S* unmittelbar an die Waschflasche *A* angesetzt werden.

Noch sicherer und einfacher gelingt der Versuch in folgender Abänderung. Man stellt eine Mariottesche Flasche *C* (Fig. 2) so ein, dass sie ganz schwach fließt, in der Minute etwa 4–5 ccm. An das freie Ende der Röhre derselben setzt man mittelst eines fest eingeklemmten Zwischenstückes *d* — dies ist nötig, damit die Einstellung der Flasche bei dem Experimentieren völlig un geändert bleibt — einen langen Schlauch, der an dem anderen Ende einen Trichter trägt; dieser ist möglichst hoch — etwa 2 m genügen — über der Flasche befestigt; gegen ihn läßt man aus einiger Entfernung einen langsamen Gasstrom fließen. (Je nachdem das Gas leichter oder

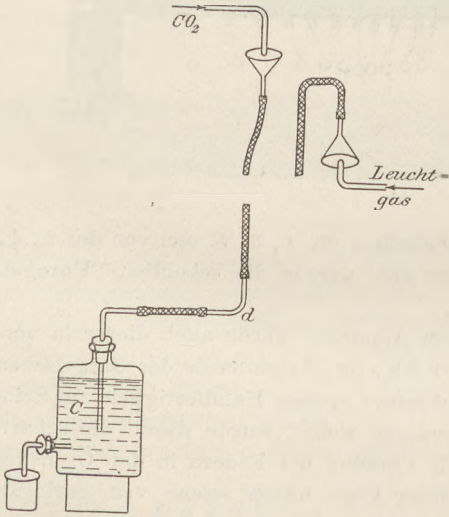


Fig. 2.

schwerer als Luft ist, muß der Trichter die Öffnung nach unten bzw. nach oben haben.) Die Ausflußöffnung des Wassers muß etwas verengt sein, um keine Luftblasen eintreten zu lassen.

Bei Verwendung von Luft, bzw. Kohlendioxyd bzw. Leuchtgas ergaben sich z. B. nachstehende Mengen des auströmten Wassers in der Minute:

Luft 4,5 ccm      Kohlendioxyd 11,5 ccm      Leuchtgas 2 ccm.

### Ein Demonstrations-Elektroskop.

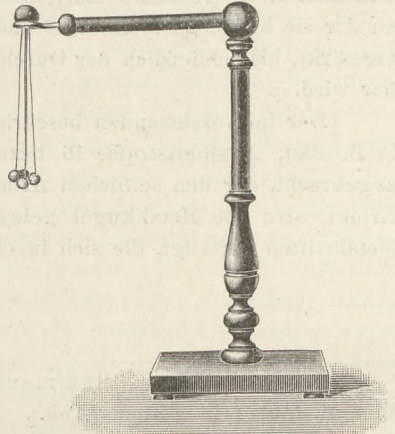
Von Dr. Otto Geschöser in Oels i. Schl.

Das gewöhnliche Goldblatt- oder Aluminiumblatt-Elektroskop hat den Nachteil, daß die Ausschläge der Blättchen von einem größeren Schülerkreise nicht gut wahrgenommen werden können. Ich habe aus diesem Grunde einen einfachen Apparat zusammengestellt,



mit dem man dieselben Versuche ausführen kann, wie mit dem Blattelektroskop, und zwar so, daß sich die Erscheinungen aus größerer Entfernung beobachten lassen.

Aus dem tiefsten Punkte einer isolierten Metallkugel (s. Fig.) hängen ein oder mehrere Hollundermarkkugeln an leinenen bezw. seidenen Fäden heraus. Man kann sich die Vorrichtung leicht selbst herstellen, indem man den abgeschraubten Knopf einer Leydener Flasche oder eines Blattelektroskops an einer Stange Siegellack festkittet und die Fäden, die die Kügelchen tragen, mittelst eines kleinen Holzpflöcks in der Öffnung der Kugel festklemmt. Mit diesem Apparate lassen sich die folgenden Versuche ausführen.



1. Aus der Kugel hängt an einem leinenen Faden ein Kügelchen von Hollundermark. Wird diesem ein elektrisierter Stab genähert, so wird das Kügelchen zuerst angezogen, dann abgestoßen.

2. Man wiederholt den Versuch mit zwei Kügelchen an Leinenfäden. Die beiden Kügelchen fliehen einander und den elektrisierten Stab. War dieser ein Glasstab, so werden sie von einem geriebenen Hartgummistab oder einer Siegellackstange angezogen. Zwei Elektrizitäten. Gesetz der elektrischen Anziehung und Abstofsung.

3. Die Versuchsordnung ist wie bei 2. Statt aber die Hollundermarkkugeln zu berühren, berührt man die Metallkugel. Die beiden Markkugeln divergieren lebhaft. Hängen die Kügelchen jedoch an Seidenfäden, so tritt keine Divergenz ein. Leiter und Nichtleiter.

4. An der Metallkugel hängen 6 Kügelchen von gleicher Größe an Leinenfäden. Berührt man die Metallkugel mit dem elektrischen Stabe, so divergieren die Fäden mit ihren Kügelchen wie die Strahlen einer Dolde. Die Kügelchen bilden die Ecken eines regelmäßigen Sechsecks und behalten ihre Lage in trockener Luft ziemlich lange.

5. Verwendet man bei dem vorigen Versuch nur zwei Kügelchen von recht verschiedener Größe, so wird das größere nur sehr wenig, das kleinere dagegen recht bedeutend aus der Gleichgewichtslage abgelenkt, obwohl die Spannung auf beiden, ebenso wie die abstofsende Kraft zwischen ihnen von derselben Größe ist.

6. Elektrische Induktion. Die Hollundermarkkugeln divergieren bereits, wenn der elektrische Stab in die Nähe der Metallkugel gebracht wird. Berührt man die Metallkugel mit einem langen Draht, während der induzierende Stab in unveränderter Lage festgehalten wird, so fallen die Kügelchen zusammen; sobald jedoch der elektrische Stab entfernt wird, gehen sie auseinander. Bei diesem Versuch, mag man ihn mit dem hier beschriebenen Apparat, oder mit einem Blattelektroskop, oder auch mit einem sogenannten Verteilungscylinder anstellen, muß immer die Ableitung durch einen recht langen Draht geschehen. Wenn man, wie gewöhnlich angegeben wird, die Berührung mit der Hand ausführt, so bleiben zwar die Kügelchen zusammen, solange man die Hand am Leiter hat, divergieren aber sofort beim Entfernen der Hand, denn durch die Annäherung eines einigermaßen ausgedehnten Leiters, wie die Hand, wird die Verteilung der Elektrizität wesentlich verändert.<sup>1)</sup>

7. Das Elektroskop erhält eine positive Anfangsladung. Wird dem Knopfe ein elektrisierter Glasstab genähert, so gehen die Hollundermarkkugeln weiter auseinander. Kommt man aber mit einem elektrischen Stabe aus Hartgummi in die Nähe des Knopfes, so wird die Divergenz vermindert; bei weiterer Annäherung fallen die Kügelchen zusammen, um bei fortgesetzter Annäherung wieder zu divergieren. Beim Entfernen des Stabes wiederholen sich dieselben Erscheinungen.

<sup>1)</sup> Anm. d. Redaction. Man vgl. hierzu d. Zeitschr. III 29 und 139 (Häbler) und besonders IV 18 (Pfaundler).

8. Man bringt ein Becherglas unter die Metallkugel, so daß die Hollundermarkkugeln und die sie tragenden Fäden fast ganz in dem Glase hängen. Hierauf wird die Metallkugel mit dem elektrisierten Stabe berührt. Die Kügelchen an den Fäden gehen auseinander, fliegen an die Glaswand und bleiben daran hängen.

Der letzte Versuch kann zur Veranschaulichung der Vorgänge dienen, die sich in den Röntgenröhren abspielen. Wie hier die geladenen Hollundermarkkugeln, so werden in den Vakuumröhren geladene Luftteilchen von den Elektroden an die Glaswand geschleudert, an der sie haften bleiben. Auf diese Weise wird das Vakuum in den Röhren allmählich verstärkt, bis schliesslich der Durchgang des Stromes ganz aufhört und die Röhre unbrauchbar wird.

Der im vorstehenden beschriebene Apparat kann auch von dem Mechaniker Tiessen in Breslau, Adalbertstraße 16 bezogen werden. Auf dem Grundbrett (s. Fig.) ist der Stab angebracht, der den seitlichen Arm aus Hartgummi trägt. Auf das verbreiterte Ende dieses Armes wird die Metallkugel gelegt. Die Hollundermarkkugeln mit ihren Fäden sind an Metallstiften befestigt, die sich in eine Öffnung der Kugel einschieben lassen.

### Für die Praxis.

Zweckmäßige Flammenfärbung für spektroskopische Beobachtungen. Von M. Mittag in Cöthen (Anh.). Um eine kräftige, gleichmäßige und beliebig lange andauernde Färbung der farblosen Bunsenflamme zu erzielen, kann man einen Zerstäubungsapparat (Inhalierapparat) benutzen, dessen einfachste und billigste Form vollständig genügt. Das Erhitzen des Wassers im Kessel des Apparates kann mittelst einer Spiritusflamme oder auch durch eine Gasflamme geschehen. Ob man ein metallenes Zerstäubungsrohr verwendet oder ein solches aus Glas, hängt von der Natur der färbenden Flüssigkeit ab; in den meisten Fällen kann man indes das gewöhnliche, aus Metall verfertigte gebrauchen. Zur Füllung des Kessels verwendet man natürlich destilliertes Wasser. In das Vorlagegläschen gießt man diejenige Lösung, welche die Flammenfärbung hervorrufen soll (Calciumchlorid, Baryumnitrat, Chlorkalium u. a.).

Den Bunsenbrenner, dessen Flamme gefärbt werden soll, schützt man auf folgende Weise vor Verunreinigung durch die zerstäubten Salzteilehen. Erstens bringt man ihn in eine nahezu horizontale Lage, indem man ihn in ein Stativ einspannt. Um zu erreichen, daß sich auch die Flamme möglichst der wagerechten Richtung nähert, benutzt man einen gut ziehenden Brenner. Zweitens schiebt man über das Rohr desselben ein passendes, aus einem zusammengerollten Stück dünnen Weißblechs gebildetes Verlängerungsrohr. Wenn auch die so gefärbte Flamme etwas unruhig brennt, so dürfte dies kein erheblicher Nachteil sein. Wünscht man eine formbeständige Flamme, so benutzt man die (farblose) Gebläseflamme. Daß die zerstäubte Flüssigkeit lästig oder schädlich wirken könnte, ist bei einiger Vorsicht kaum zu befürchten. Denn selbst bei stärkerer Verdünnung und einer geringen Menge der Lösung ist die Wirkung des Apparates ziemlich deutlich.

Der beschriebene Apparat eignet sich sowohl für die Demonstration der Flammenfärbung überhaupt, namentlich in solchen Fällen, wo der Platindraht nur eine vorübergehende, weniger deutliche oder ungleichmäßige Färbung bewirkt, als auch besonders für die subjektive spektroskopische Beobachtung. Man kann dann die Erscheinungen in Ruhe und Sicherheit einer größeren Anzahl von Schülern vorführen. Dabei dürfte es sich vielleicht empfehlen, die Vorrichtung unter dem Abzuge aufzustellen<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> *Ann. der Redaktion.* Die Anwendung eines gewöhnlichen Gummiball-Zerstäubers für den gleichen Zweck ist bereits von E. Pringsheim 1892 angegeben worden. (Frick-Lehmann, Phys. Technik, II 572.) Die aus dem Zerstäuber kommende Luft wird direkt in den Brenner geleitet und bewirkt zugleich die Entleuchtung der Flamme.



## Berichte.

### 1. Apparate und Versuche.

**Ein neues Barometer (Luftdruckaräometer).** Von K. T. FISCHER. (*Ann. der Physik*, 3. 428; 1900.) Das Prinzip des Instruments beruht darauf, daß nach dem Mariotteschen Gesetze das Volumen eines Gases bei constant gehaltener Temperatur ein Maß für den äußeren Luftdruck giebt. Nach diesem Prinzip war das in dieser Zeitschrift IX 123 beschriebene „Variometer“ von v. Hefner-Alteneck eingerichtet; der Verf. hatte ein ähnliches Instrument mit sorgfältigem Wärmeschutzmantel construiert, das sich auch für geringe Druckschwankungen und kleine Höhenunterschiede sehr gut eignete. Für Beobachtungen im Ballon bewährte es sich aber nicht, vor allem, weil es von Vertikalbeschleunigungen nicht unabhängig war. FISCHER construierte daher ein anderes Instrument, bei dem nicht die Volumänderung des abgeschlossenen Gases, sondern dessen Gewichtsänderung beobachtet wird. Es ist eigentlich ein Cartesianischer Taucher mit aus dem Wasser herausragender Ansatzröhre, oder ein Aräometer, das unten eine seitliche Öffnung besitzt, durch die je nach dem äußeren Luftdruck ein größeres oder geringeres Quantum Wasser in das Innere tritt. Der Schwimmer sinkt dann mehr oder weniger tief ins Wasser ein, wobei, wie eine einfache Überlegung zeigt, die Höhe des äußeren Wasserspiegels constant bleibt. Das nach diesem Prinzip ausgeführte Instrument war mit destilliertem Wasser gefüllt und befand sich, umgeben von einem Eismantel, in einem weiteren Gefäß, das selbst noch wieder von zwei Gefäßen umgeben war, die mit Eisstücken bezw. trockener Schafwolle gefüllt waren. Das Luftdruckaräometer wurde mit Hilfe eines Quecksilberbarometers geaicht. Bei einer mit diesem Instrumente am 10. Juni 1899 gemachten 6 stündigen Ballonfahrt zeigte es sich unabhängig von den Beschleunigungen und stellte sich rasch und aperiodisch ein, auch blieb die Temperatur des Innern während dieser Zeit durchaus constant. Um auch als empfindlicheres Standinstrument zu dienen, bedürfte das Luftdruckaräometer allerdings noch einiger Abänderungen. — Der Verf. erwähnt, daß bereits i. J. 1704 eine im Prinzip ähnliche Anordnung von einem englischen Arzt Olivier beschrieben, wohl aber wegen der Schwierigkeit, eine constante Temperatur herzustellen, nicht zur Verwendung gekommen ist. Schk.

**Vorlesungsversuch über die Änderung des Luftdruckes mit der Höhe.** Von E. WARBURG. Im Anschlusse an den in diesem Heft veröffentlichten Aufsatz von C. Forch (S. 91) berichten wir nachträglich über den folgenden bereits in den *Verh. der physik. Ges. zu Berlin* vom 21. Januar 1898 veröffentlichten Versuch.

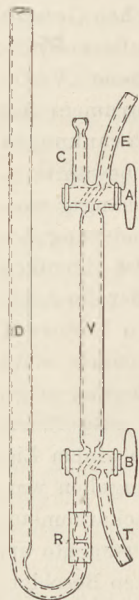
Ein transportabler Argandbrenner wird mit einem hinreichend langen Schlauche an die Gasleitung angeschlossen und an einer Schnur befestigt, an der er um eine gewisse Höhe — etwa 4 m — gehoben und wieder gesenkt werden kann. Es wird dann die Flamme des Brenners oben größer sein, da der Druck des Leuchtgases nach Maßgabe des spezifischen Gewichts weniger abgenommen hat, als der der umgebenden Luft. Allerdings beträgt die Differenz bei dem angegebenen Höhenunterschied nur etwa 3 mm Wasserdruck, daher kann das Experiment bei normalem Gasdruck nicht gelingen, da ein Größenunterschied desselben von 5 bis 10 % an der Flamme bei roher Beobachtung nicht merklich ist. Dagegen gelingt der Versuch leicht, wenn man den Gasdruck durch eine Mariottesche Flasche (nicht mittelst des Gashahnes) auf ca. 10 mm herabsetzt, so daß der Argandbrenner auf dem Experimentiertisch eben nur mit blauer Flamme brennt. Die relative Zunahme des Gasdrucks beim Heben beträgt dann ca. 30 % und wird sehr gut sichtbar, zumal die Flamme im Steigen zu leuchten beginnt. P.

**Einen Apparat zur Demonstration des Boyle'schen Gesetzes** beschreibt W. J. HUMPHREYS in der *Phys. Rev.* 51, 123; 1900. *Deutsche Mechaniker-Ztg.* 1900, 126. *V* ist eine etwa 12 cm lange und 1 cm weite Röhre, die an beiden Enden mit einem luftdicht eingeschliffenen Zweivegehahn versehen ist. *D* ist eine längere mit *V* durch den Hahn *B* verbundene Röhre von ungefähr gleichem Durchmesser. Man schließt *B* und füllt *D* bis zu einer geeigneten Höhe

mit Quecksilber, öffnet  $B$ , läßt eine kleine Menge Quecksilber in  $V$  eintreten und durch Drehen von  $B$  durch  $T$  wieder austreten, wodurch man eine Füllung des Verbindungsrohres zwischen  $V$  und  $D$  erreicht. Man stellt nun bei geschlossenem Hahn  $A$  durch Drehen von  $B$  wieder eine Verbindung von  $D$  und  $V$  her, das sich zum Teil mit Quecksilber füllt. Jetzt

liest man den Unterschied der Quecksilberhöhen ab. Dann öffnet man  $A$  und  $B$ , läßt das Quecksilber aus  $V$  durch  $T$  ausfließen und wiegt es. Hierauf stellt man die Verbindung zwischen  $V$  und dem Ansatzrohr  $E$  mittels  $A$  her und füllt  $V$  vollständig mit Quecksilber. Verbindet man nun  $V$  mit  $C$ , so kann man das  $V$  ausfüllende Quecksilber durch  $T$  ablassen und wiegen. Bezeichnet  $W$  das Gewicht des die Röhre  $V$  füllenden Quecksilbers,  $w$  das Gewicht des Quecksilbers, das bei geschlossenem Hahn  $A$  in  $V$  eindringt,  $p$  den Unterschied der Quecksilberhöhen in  $D$  und  $V$ ,  $b$  den Barometerstand,  $V$  das Volumen von  $V$ ,  $v$  das Volumen des in  $V$  zusammengedrückten Gases, so ist

$$\frac{W}{W-w} = \frac{V}{v} = \frac{b+p}{b} \quad \text{und} \quad b = p \frac{W-w}{w}. \quad H.-M.$$



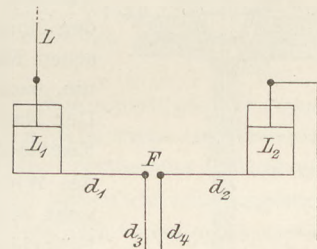
**Ein neues Instrument zum Messen und Aufzeichnen von Tönen** beschreibt BENJAMIN F. SHARPE in der *Monthly Weather Review*, July 20, 1899, published by the U. S. Department of Agriculture, und in der *Nature* 62, 80; 1900.

Eine direkte absolute Messung der Tonstärke an irgend einem Punkte der Luft hat die Energie, die in den Verdichtungen und Verdünnungen enthalten ist, in gebräuchlichen Einheiten, in kgm oder Erg, zu bestimmen. Da die Schwingungen sehr rasch aufeinander folgen, und die Energie selbst der lautesten Töne sehr klein ist, so sind solche Messungen mit beträchtlichen Schwierigkeiten verbunden, die SHARPE, von denselben theoretischen Grundlagen (*Heinholtz*, *Wiss. Abh.* 1, 378; *Rayleigh*, *Theory of Sound*, 2, Sec. 245) wie Wien ausgehend, durch folgende Versuchsordnung überwunden hat. Ein Kugelresonator, bei dem gegenüber der Öffnung ein Teil der Wandung durch eine kleine, außerordentlich dünne kreisförmige Glasplatte ersetzt ist, wird durch einen reinen Ton erregt. Die Schwingungen im Innern erzwingen synchrone Schwingungen der Platte. Stimmen die Eigentöne der Platte und des Resonators mit dem erregenden Ton annähernd überein, so vervielfacht sich die Amplitude der Plattenschwingungen rasch. Die empfindliche Platte trägt in ihrer Mitte einen kleinen Spiegel, der einen Teil eines Michelsonschen Refraktometers (*Phil. Mag.* 13, 236; 1882) bildet. Eine Bewegung des kleinen Spiegels aus seiner Ruhelage bis zu einer halben Lichtwellenlänge verschiebt die Interferenzstreifen so nach einer Seite, daß jeder dunkle Streifen jetzt die Lage einnimmt, die zuvor sein einer Nachbar hatte. Man kann die Breite der Streifen justieren, daß ein Fernrohr mit Mikrometer-Okular jeden in hundert Teile zerlegt. Man stellt die Interferenzstreifen lotrecht in das Gesichtsfeld und schiebt einen Schirm mit engem, wagerechtem Spalt so in die Sehlinie, daß während der Ruhe die Streifen nur als ein enges, wagerechtes Band dunkler und heller Quadrate im Fernrohr erscheinen. Eine kleine Linse, die das Objektiv des Fernrohrs bildet, ist an dem Ende eines Zinkens einer elektrisch betriebenen Stimmgabel befestigt, die die gleiche Tonhöhe wie der zu messende Ton hat. Während der Ruhe recken die lotrechten Schwingungen des Objektivs das Quadratenband zu einem Rechteck mit langen lotrechten Streifen aus. Sobald aber der Ton erklingt, stellen sich die Streifen schräg in das Rechteck, wobei ihre Neigung mit der Tonstärke wächst. Dreht man das Mikrometer-Okular um seine optische Achse, so bewegt sich ein Nonius so um einen geteilten Bogen, daß man den Neigungswinkel  $\alpha$ , die Höhe ( $Q$ ) des Rechtecks, die Höhe ( $q$ ) des Bandes und die Breite von 5 Doppelstreifen messen kann. Setzt man  $B = Q - q$ , so ist die Verschiebung eines Streifens  $P = B \operatorname{tg} \alpha$ . Die  $P^2$  proportionale Stärke des Tons ist damit in mittleren Wellenlängen des weißen Lichtes ausgedrückt. Um den größten Druck in dem Resonator zu bestimmen, der die gemessene Amplitude der empfindlichen Platte hervorruft, ersetzt man diese durch eine dickere Platte, deren Eigenton vier Oktaven höher liegt, verkorkt den Resonator und erzeugt darin mit der Luftpumpe eine Reihe von Drucken, die



man statisch mittels eines Wassermanometers mißt, während man zugleich mittels des Refraktometers die entsprechenden Verschiebungen ermittelt. Durch Interpolation erhält man die Energie des Tons in absolutem Maße. Um sorgfältig alle störenden Erschütterungen fernzuhalten, sind das Refraktometer, die das Objektiv tragende Stimmgabel, der Tonerreger und die Camera mit schweren ausgepolsterten Gehäusen umgeben und mit Unterlagen aus weichem Kautschuk versehen. Für die Versuche ist eine Schallquelle erforderlich, die einen sehr constanten und reinen Ton liefert, dessen Stärke aber zwischen weiten Grenzen abgeändert werden kann. SHARPE stellte eine solche her, indem er die Mitte eines Stimmgabelzinkens fest mit der Mitte einer dünnen Eisenplatte verband, die einen Teil der Wandung eines Kugelresonators bildete, diese Combination sorgfältig auf den erforderlichen Ton abstimme und so einschachtelte, daß nur die Resonatoröffnung aus dem Gehäuse hervorragte. Die Stimmgabel hatte elektrischen Antrieb, wobei der Strom durch die Schwingungen einer anderen Gabel unterbrochen wurde. Vgl. SHARPE, *Science* 1899, p. 810 und Rayleigh, *Phil. Mag.* 38, 365; 1894. Um den Ton zu photographieren, ersetzte SHARPE Fernrohr und Auge durch eine Camera, deren Öffnung nun den engen Schlitz bildete, und entwarf mit einer zwischen die Öffnung und das Refraktometer gestellten Linse ein Bild des schmalen wagerechten Bandes von Interferenzstreifen auf dem photographischen Film, der über eine Trommel gewickelt war (Raps, *Wied. Ann.* 1893, p. 194), die ein kleiner Elektromotor, dessen Umlaufgeschwindigkeit er nach dem Verfahren von Lebedew (*Wied. Ann.* 59, 118; 1896) constant erhielt, in Umdrehung versetzte. Die durch den Schall hervorgerufenen seitlichen Schwingungen der Streifen zeichneten sich auf dem exponierten Teil des gleichförmig, lotrecht abwärts bewegten Films als parallele Wellenlinien auf. Eine elektrische Vorrichtung öffnete während der Zeit, in der die Trommel eine Umdrehung machte, den Verschluss. Nach jeder Aufnahme konnte man den Cylinder von außen durch Drehen einer Scheibe in der Richtung seiner Achse verschieben und so einen frischen Teil des Films unter den Verschluss bringen, ohne die Bewegung zu unterbrechen oder die Camera zu öffnen. SHARPE hat auf diese Weise die Töne von Stimmgabeln und Vokalen photographiert. H.-M.

**Eine Geber-Anordnung für die Demonstration der Funkentelegraphie.** Von B. v. CZUDNOCHOWSKI (*Phys. Zeitschr.* II No. 7, 1900). An Stelle eines Righischen Radiators ist mit Vorteil eine Verbindung von Leydener Flaschen verwendbar, bei der darauf zu achten ist, daß die erzeugten Wellen nicht zu kurz sind, daß sie möglichst rein auftreten und daß geringe Dämpfung vorhanden ist. Zu diesem Zweck ist die Schaltung wie in beistehender Figur angeordnet. Die beiden Polkugeln (aus Zink) einer Funkenstrecke  $F$  (s. Fig.) sind einerseits durch zwei gleichlange Drähte  $d_1, d_2$  mit den äußeren Belegungen zweier isoliert aufgestellter Leydener Flaschen  $L_1$  und  $L_2$  verbunden, andererseits durch zwei andere Drähte  $d_3, d_4$  mit der Sekundärspule eines Induktoriums. Von dem inneren Belege der einen Flasche geht der Luftdraht  $L$  aus, die innere Belegung der anderen ist zur Erde abgeleitet, doch kann diese Erdleitung auch fehlen, ohne das Gelingen der Versuche sonderlich zu beeinträchtigen.



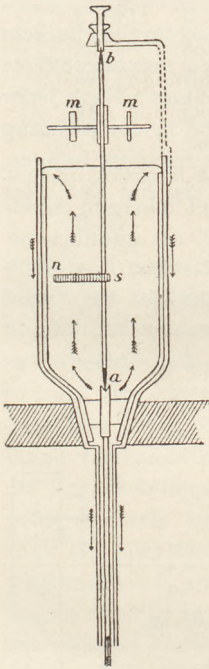
Statt der Leydener Flaschen kann man auch den Hertz'schen Plattenerreger, wie er zur Erregung der Wellen im Lecherschen Drahtsystem verwendet wird, gebrauchen oder passende Glaskondensatoren (Töpler, *Wied. Ann.* 46, 464; 1892). Die Wirkung ist allerdings bei Benutzung des Plattenerregers ceteris paribus etwas schwächer als bei der beschriebenen Anordnung. Zur Verwendung gelangten zwei Leydener Flaschen von je 26 cm Höhe des Glases, 20 cm Höhe der Belegung, 11 cm äußerem Durchmesser und 3 mm Glasdicke (oder zwei Paare Weissblechplatten von 25×25 cm Oberfläche und 5 cm Plattenabstand bei 50 cm seitlichem Abstand der Plattenpaare von einander). Die übrigen in Betracht kommenden Maße waren: Länge des Senderdrahtes 5500 mm, Länge des Empfängerdrahtes 10 000 mm, Durchmesser der Polkugeln 10 mm, Länge der Funkenstrecke 2—10 mm, Länge der Verbindungsdrähte 800 bzw. 1000 mm. Der Geber stand im Zimmer, der Luftdraht  $L$  ging frei

durch das offene Fenster und in ca. 50 cm Abstand von der Mauer senkrecht in die Höhe der Empfänger befand sich im Freien.

Es ließen sich bei Verwendung eines einfachen Fritters (von Keiser und Schmidt) in Verbindung mit dem vom Verfasser beschriebenen einfachen Relais (*d. Zeitschr. XIII 271*) vollkommen sichere Wirkungen bei 40–50 m Abstand erzielen, trotzdem sich belaubte Bäume sowie hohe Turngerüste zwischen Sender und Empfänger befanden, und selbst als das Induktorium (mit Deprez-Unterbrecher versehen) mit nur 4 Volt gespeist wurde, wobei es zwischen Spitze und Platte höchstens 4 cm Funkenlänge gab; bei stärkerer Leistung vergrößert man zweckmäßig die Funkenstrecke entsprechend.

Es ist zu bemerken, daß die Apparate nicht besonders aufeinander abgestimmt waren, sondern nur für ihr gutes Arbeiten im einzelnen Sorge getragen und das Relais möglichst empfindlich eingestellt war. Die Versuchsergebnisse waren derart, daß man annehmen darf, noch nicht an der Grenze der Wirksamkeit der verwendeten Apparate angelangt zu sein. P.

**Magnetfähnchen.** G. JAUMANN. *Sitz. Ber. d. K. Akad. d. Wiss. zu Wien, math.-naturw. Kl., 108, Abt. IIa, Dez. 1899. E.T.Z. 21, 534; 1900.* Das Vorhandensein eines Quirls in einer stetig strömenden Flüssigkeit erkennt man leicht mit einer darin befindlichen Windfahne. Dreht sich diese dauernd in einem Sinne, so zeigt das das Vorhandensein eines Quirls an; kommt sie nach einigen Schwingungen zur Ruhe, so fehlt er. Ebenso zeigt ein magnetisches Fähnchen, d. h. eine Magnetnadel, die unsymmetrisch auf ihrer Drehungsachse sitzt, durch andauernde



Drehung den Quirl der magnetischen Kraft im Innern eines stromdurchflossenen Leiters an. Die nebenstehende Figur stellt schematisch einen Apparat dar, mit dem man diese Erscheinung zeigen kann. *ns* ist das 35 mm lange und 6 mm dicke Fähnchen, das an der gläsernen Achse *ab* befestigt ist. Letztere trägt noch die beiden Laufgewichte *mm*, die dem Auftrieb, den das Fähnchen erfährt, entgegenwirken. Der elektrische Strom fließt lotrecht aufwärts durch einen mit Quecksilber überfüllten Glasbecher, über dessen Rand in einen äußeren Kupferbecher, dessen innerer Rand vernickelt oder platinirt ist, und darin wieder abwärts. Die erdmagnetische Kraft im Innern des Quecksilbers muß man durch Richtmagnete aufheben. JAUMANN beobachtete eine Abnahme der Umlaufzeit des Fähnchens von 78 auf 13,5 Sekunden bei einem Anwachsen der Stromstärke von 1,3 auf 15 A. Hat das Magnetstäbchen den Nordpol an seinem freien Ende, so läuft es im Sinne der magnetischen Kraftlinien des Stromes um. Die Drehungsrichtung kehrt sich um, wenn man den Strom wechselt oder das Fähnchen ummagnetisiert. Der Magnet dreht sich, ob man ihn blank läßt oder verzinnt oder mit Eisenlack bestreicht. Die beträchtliche Arbeit, die zur Überwindung des Widerstandes nötig ist, den das Quecksilber dem Magnet entgegensetzt, entnimmt die elektromotorische Gegenkraft, die das sich drehende Fähnchen induziert, dem Strome. Die Rechnung verlangt, daß die induzierte EMK der relativen Winkelgeschwindigkeit proportional

sei, mit der sich der Magnet und das Quecksilber gegeneinander bewegen. JAUMANN'S Versuche bestätigen dies annähernd.

H.-M.

**Versuche mit der Braunschen Röhre.** Die Kurven des Lumineszenzfleckes einer Braunschen Röhre (vgl. *d. Ztschr. X, 193; XIII, 97*) lassen sich, wie WEHNELT und DONATH gezeigt haben, auch photographisch fixieren und durch Vergleich mit einer gleichzeitig erzeugten Stimmgabelkurve quantitativ auswerten (*Wied. Ann. 69, 861; 1899*). Die Röhre befindet sich in solcher Nähe der Kameraöffnung, daß die Bildgröße etwa  $\frac{2}{3}$  des Objekts wird. Unter dem Lumineszenzschirm der Röhre ist an einer elektromagnetischen Stimmgabel eine kleine Aluminiumblende mit einer 0,3 mm weiten Öffnung befestigt, durch die hindurch das durch Linsen konzentrierte Licht einer starken Lichtquelle auf das Objektiv der Kamera geworfen wird. Auf der Mattscheibe der Kamera erscheint jetzt der blaue Fleck des Lumines-



zenschirms und darüber der leuchtende Punkt der Stimmgabelblende. Die Auseinanderlegung des bei Erregung der Röhre und Stimmgabel erhaltenen Lichtstreifens geschieht nicht mit rotierendem Spiegel, sondern einfach dadurch, daß die Kasette mit der lichtempfindlichen Platte in einer Schlittenvorrichtung mit der Hand rasch bewegt wird. Die Lumineszenzkurve und die Stimmgabelkurve erscheinen dann unter einander und lassen sich gut vergleichen. Zum Gelingen der Aufnahme sind eine gute Influenzmaschine, ein lichtstarkes Objektiv und eine hochempfindliche Trockenplatte notwendig. Die Verf. haben nach dieser Methode verschiedene Strom- und Spannungskurven aufgenommen, deren Abbildungen dargestellt und erläutert werden.

Die oszillierenden Entladungen einer Leydener Flasche lassen sich nach RICHARZ und ZIEGLER ebenfalls gut mit Hilfe einer Braunschen Röhre demonstrieren (*Ann. d. Physik*, 1, 468; 1900). Eine Batterie Leydener Flaschen von 1400 C. G. S. Einheiten Kapazität wurde durch ein großes Induktorium geladen; sie entluden sich durch ein Funkenmikrometer, eine Selbstinduktionsrolle und eine Spule, welche in der Braunschen Röhre die Ablenkung des Fluoreszenzflecks hervorrief. Die Kathodenstrahlen der Röhre wurden auch durch eine Influenzmaschine hervorgebracht. Schon bei direkter Betrachtung zeigt sich der oszillatorische Charakter der Flaschenentladungen, deutlicher natürlich im rotierenden Spiegel. Für starke Dämpfung schalteten die Verf. eine sehr große Selbstinduktion ein; die Kugeln des Funkenmikrometers wurden bis auf 0,1 mm zusammengeschoben. Eine photographische Aufnahme nach dem oben beschriebenen Verfahren dürfte ebenfalls eine quantitative Messung von Schwingungsdauer und Dämpfung ermöglichen.

Schk.

**Erzeugung elektrostatischer Kraftlinien auf lichtempfindlichen Platten.** Von W. SCHAFFERS (*C. R. CXXX*, 897; 1900). Zwei mit den Polen einer Induktionsmaschine verbundene Nadeln werden so auf die Platte gebracht, daß die positive Nadel die empfindliche Schicht berührt, die negative etwa  $\frac{1}{2}$  mm davon entfernt bleibt. Um die Wirkung zu erhöhen, kann man eine Metallplatte unter das Glas legen. Unter diesen Bedingungen zeichnen sich die Kraftlinien durch eine große Zahl kleiner schwarzer Striche ab, die vom positiven zum negativen Pol laufen und sich unter dem Mikroskop in eine Menge von Verzweigungen auflösen. Da die Kurven im Fixierbad nicht gelöst werden, so kann man direkte Copieen herstellen. Man hat keinen Entwickler nötig. Mit den gewöhnlichen Platten ist die Wirkung langsam; man kann sie rascher machen, wenn man die auf der Platte befindliche Gelatine verringert. Noch bessere Resultate erreicht man mit Silberbromür, das in einigen Tropfen Gummiarabicum, Zucker, Albumin oder dgl. fein verteilt wird. Man erhält hierbei ein gutes Bild von der Größe  $13 \times 18$  cm in 5 bis 10 Minuten.

Schk.

**Bestimmung der Wechselzahl eines Wechselstroms.** Von A. SAMOJLOFF (*Ann. der Physik* 3, 353. 1900). Der Verf. beobachtete die eigentümliche Erscheinung, daß, wenn eine rotierende Sektorenscheibe mit einer Glühlampe beleuchtet wurde, sie bei einer bestimmten Umdrehungsgeschwindigkeit still zu stehen schien. Bei schnellerer Drehung schien sie sich langsam zu bewegen, beim Auslaufen einen Moment still zu stehen und darauf sich in entgegengesetzter Richtung zu drehen. Das Stillstehen der Scheibe läßt sich schon bei Tageslicht mit einer 25kerzigen Lampe beobachten, wenn man die Lampe dicht an die Scheibe heranrückt. Es ist eine stroboskopische Erscheinung, die in der starken Intermitenz der von einem Wechselstrom gespeisten Glühlampe ihre Erklärung findet. Die Methode der Bestimmung der Wechselzahl ist sehr einfach. Hat die Scheibe zehn schwarze und zehn weiße Sektoren und muß sie z. B. fünfmal pro Sekunde gedreht werden, um stillstehend zu erscheinen, so ist die Zahl der Wechsel 50 pro Sekunde. Gleichstrom- und Wechselstromlampen lassen sich mit einer Scheibe, die man einfach mit der Hand dreht, leicht von einander unterscheiden. Auch eine von Wechselstrom gespeiste Bogenlampe zeigt jene stroboskopische Erscheinung. Ebenso läßt sich in dieser Weise die Unterbrechungszahl eines Unterbrechers bestimmen.

Eine verwandte Methode zur Bestimmung der Wechselzahl wird von WACHSMUTH beschrieben (*Ann. d. Physik*, 4. 323; 1901). Er klemmt eine gerade Uhrfeder in einen Feilkloben und befestigt an der andern Seite ein kleines Papierquadrat. Bringt man die

Feder durch Zupfen in Schwingungen und belichtet mit Wechselstromlicht, so scheint das weiße Quadrat still zu stehen, wenn die Schwingungszahl der Wechselzahl entspricht. Da sich die Schwingungszahl aus der Länge, Dicke und der Schallgeschwindigkeit in der Uhrfeder berechnen läßt, so kann man hiermit auch die Wechselzahl bestimmen. Bei dünnen und schmalen Federn ist eine Correktion wegen des Papierscheibchens anzubringen. Bei den Versuchen wird die Feder zuerst zu lang gemacht und dann allmählich verkürzt, bis sie still zu stehen scheint. Außer dem Grundton läßt sich auch die Oktave zur Controlle benutzen. Die Methode ist zwischen 1—100 Schwingungen sehr bequem, über 150 Schwingungen hinaus wird sie unbrauchbar.

*Schk.*

## 2. Forschungen und Ergebnisse.

**Wirkung der ultravioletten Strahlen auf Metalloberflächen.** Die Entladung eines negativ elektrisierten metallischen Leiters durch das Licht erfolgt um so rascher, je besser die Metalloberfläche geputzt ist. Hat die Bestrahlung einige Zeit fortgedauert, so wird die entladende Wirkung geringer. Man könnte geneigt sein, diese Änderung auf eine Oxydation der Oberfläche durch die feuchte Luft zu schieben; wie jedoch H. BUISSON zeigt, sind es die ultravioletten Strahlen von bestimmter Brechbarkeit, welche eine eigentümliche Veränderung der Oberfläche hervorrufen (*C. R. CXXX 1298; 1900*).

Als Strahlenquelle war die Sonne geeigneter als der Lichtbogen, da dieser zu viel wirksame Strahlen enthält und darum die Entladung zu rasch erfolgt und feinere Unterschiede nicht zu erkennen sind. Der bestrahlte Leiter bestand aus Zink oder Aluminium, am besten aus amalgamiertem Zink. Unmittelbar nach dem Putzen ist die Schnelligkeit der Entladung sehr groß, wird dann regelmäÙig kleiner und zuletzt Null; diese Verminderung erfolgt um so rascher, je reicher das Licht an ultravioletten Strahlen ist. LäÙt man die Platte mehrere Stunden im Dunkeln, so verhält sie sich bei erneuter Bestrahlung so, als wäre sie nie belichtet gewesen. Mit amalgamiertem Zink waren die Ergebnisse am schärfsten ausgeprägt, während bei Zink und Aluminium auch eine geringe permanente Veränderung durch Oxydation hinzutreten schien.

Die durch das Licht hervorgerufene Modifikation der Oberfläche äußert sich auch in einer Änderung der Potentialdifferenz zwischen zwei Metallen. Zwei Metallplatten geben im Dunkeln eine bestimmte Potentialdifferenz; wird die eine Platte belichtet, während die andere im Dunkeln bleibt, so erhält die Potentialdifferenz einen anderen Wert. Dieser Wert ändert sich, zuerst rasch, dann langsamer, um nach einer gewissen Zeit zu dem ersten Werte vor der Belichtung zurückzukehren. Die meisten Metalle, Aluminium, Zink, Kupfer, Zinn, Blei, Antimon, Wismuth, Messing, amalgamiertes Zink sind nach der Belichtung mehr elektronegativer; die Änderung kann bis zu 0,10—0,12 Volt betragen. Das Platin allein verhält sich umgekehrt und wird mehr positiv. Einige Metalle, Gold, Silber, Eisen zeigen die Erscheinung nur schwach und wenig genau.

Die Potentialänderung erfolgt nicht augenblicklich, aber sehr rasch. Nach 30 Sekunden Belichtung erreicht sie die Hälfte ihres Endwertes, nach zwei Minuten hat sie diesen fast ganz erreicht. Ein rotes oder gelbes Glas hält die Wirkung der Strahlen fast ganz ab, ein grünes Glas läÙt die halbe, ein farbloses Glas fast die ganze Wirkung hindurch. Daraus könnte man schließen, daß das äußerste Violett, das von Glas absorbiert wird, nicht wirksam ist. Die Sache verhält sich aber anders. Das direkte Bogenlicht bringt nämlich gar keine Änderung des Potentials hervor, die sofort eintritt, wenn man zwischen den Lichtbogen und das Metall eine Glasplatte legt. Die Strahlen großer Brechbarkeit bewirken auch eine Potentialänderung, aber in umgekehrtem Sinne wie die weniger brechbaren Strahlen und heben deren Wirkung auf. Bei Zink zeigte sich diese umgekehrte Wirkung noch deutlicher. Wurde dieses vom Bogenlicht bestrahlt, so war die Potentialänderung nicht Null, sondern positiv; eine zwischengelegte Glasplatte machte sie negativ wie bei Sonnenlicht. Es giebt also eine bestimmte Wellenlänge, bei der sich die Wirkung umkehrt; bei Zink ist diese ungefähr 0,310  $\mu$ . Bei Kupfer und Aluminium war eine solche Umkehrung nicht wahrzunehmen.



Die frisch amalgamierte Zinkplatte zeigte auch eine chemische Veränderung ihrer Oberfläche, wenn sie den durch die Löcher eines Schirmes gehenden Sonnenstrahlen ausgesetzt worden war. Unter dem Einfluß von Joddämpfen zeigte sich auf der Platte ein Abbild des Schirms, indem das Jod die nicht belichteten Teile mehr angriff als die anderen. — Eine Veränderung der optischen Eigenschaften einer belichteten Metalloberfläche konnte der Verf. nicht wahrnehmen. Schk.

**Der Fritter.** Die in dieser Zeitschrift (*XIII 166*) beschriebenen Beobachtungen von J. CHUNDER BOSE über die Frittereigenschaften verschiedener Metalle sucht derselbe Forscher durch eine neue Theorie des Fritters zu erklären. (*Proc. of the Royal Soc. LXVI 452; Naturw. Rundsch. XV 637, 1900.*) Da die elektrischen Wellen je nach der Natur der von ihnen getroffenen Metalle bald eine Zunahme, bald eine Abnahme des Widerstandes hervorrufen, so nimmt BOSE an, daß es sich dabei nicht um eine Massenwirkung, sondern um eine molekulare Wirkung handelt. Er bezeichnet die Berührungsempfindlichkeit der Körper gegen elektrischen Reiz („*electric touch*“) als positiv, wenn dabei eine Zunahme, als negativ, wenn eine Abnahme des Widerstandes eintritt. Es zeigte sich nun, daß bei Körpern von mäßiger Empfindlichkeit sich das Vorzeichen des „*touch*“ mit der Stärke der Strahlung zu ändern vermag. So zeigt ein Fritter aus Arsenik in starker Bestrahlung eine Zunahme des Widerstandes; wird die Strahlung durch Entfernung des Erregers schwächer, so nimmt die Zunahme des Widerstandes ab, um bei einer bestimmten „kritischen“ Entfernung (25 cm) aufzuhören. Bei noch weiterer Entfernung trat jetzt eine Abnahme des Widerstandes ein, bei 70 cm hörte die Wirkung überhaupt auf. Umgekehrt zeigte ein Fritter aus Osmium in der Nähe des Erregers eine Abnahme des Widerstandes; derselbe wurde Null in einer kritischen Entfernung von 250 cm und nahm bei weiterem Abstände erheblich zu. Der kritische Abstand wurde größer, wenn der Fritter anfangs eine größere „normale“ Empfindlichkeit zeigte.

Zur Erklärung dieser Erscheinungen nimmt BOSE nun an, daß die elektrischen Strahlen die Körper von einer molekularen Struktur *A* in eine allotrope Modifikation *B* (das „Strahlungsprodukt“) umzuwandeln bestrebt sind, wobei *A* und *B* sich durch ihre elektrische Leitfähigkeit von einander unterscheiden. Eine „negative“ Substanz zeigt eine Zunahme des Widerstandes, wenn sich *A* in *B* umwandelt, eine Abnahme, wenn die Wellen auf *B* einwirken. Bei den „positiven“ Substanzen verhält es sich umgekehrt. Die Strahlen verwandeln *A* in *B*, aber auch umgekehrt dann wieder einen Teil von *B* in *A*, sodaß „radiomolekulare Oszillationen“ eintreten können. So gab der anfangs negative Arsenikfritter, wenn er 10 Minuten lang der Strahlung ausgesetzt war, eine positive Reaktion, auch wenn er dem Erreger sehr nahe gebracht wurde. Fortgesetzte Bestrahlung wandelte den positiven wieder in den negativen Zustand um, dann wieder umgekehrt; nach 30 Minuten war die Empfindlichkeit ganz verschwunden.

Sehr empfindliche Stoffe ließen die beiden Modifikationen schwieriger herstellen als die nur wenig empfindlichen. Doch konnte BOSE die Stoffe in verschiedene Gruppen bringen. Bei der ersten Gruppe ist der *B*-Zustand labil und tritt nur im Moment der Bestrahlung ein; die Substanz ist elektrisch stark elastisch. Hierhin gehört das Kalium. Bei einer zweiten Gruppe ist das Strahlungsprodukt ziemlich stabil, und die Umwandlungen von *A* in *B* und von *B* in *A* sind ziemlich vollständig. Dazu gehört das Magnesium. Bei der dritten Gruppe von Körpern sind die Umwandlungen nicht vollständig; es treten die Oszillationen und bei längerer Bestrahlung „Ermüdung“ ein. Die ermüdete Substanz kann ein besseres oder schlechteres Leitungsvermögen haben als im frischen Zustande; das erstere gilt für Eisen, das zweite für Arsenik. Im ermüdeten Zustande halten sich die entgegengesetzten Reaktionen von *A* und *B* das Gleichgewicht. Gelindes Erwärmen oder ein Schlag verwandelten das ermüdete Eisen wieder in schlechter leitendes, aber empfindliches, das ermüdete Arsenik in ein besser leitendes und ebenfalls wieder empfindliches Produkt.

Der Verf. weist darauf hin, daß auch die sichtbaren Strahlen allotrope Modifikationen der Stoffe hervorrufen, z. B. bei Phosphor und Schwefel; andererseits sind auch oft allotrope

Umwandlungen mit Änderungen der elektrischen Leitfähigkeit verbunden, z. B. bei Quecksilberjodid. Bei Silber, das zuerst eine Abnahme, bei längerer Bestrahlung infolge der Bildung einer *B*-Modifikation eine Zunahme des Widerstandes zeigt, gelang es, auf chemischem Wege eine Modifikation darzustellen, welche dieselbe Wirkung zeigte wie das Strahlungsprodukt.

Während bei dem ursprünglichen Fritter die frühere Leitfähigkeit durch einen Schlag wiederhergestellt wird, zeigt S. MARCUCCI, daß dieses auch geschieht, wenn ein Strom geringen Potentials den Fritter durchfließt. (*Il nuovo Cimento XI 173; Naturw. Rundsch. XV 672, 1900.*) Der vom Verf. benutzte Fritter bestand einfach aus einem Metallstäbchen, das über zwei andere horizontale Stäbchen gelegt war; diese waren an zwei senkrechten Messingsäulchen befestigt und standen durch Quecksilbernapfchen mit einer Wheatstoneschen Brücke in Verbindung, mit welcher der Widerstand nach jeder Erregung gemessen wurde. Es zeigte sich bei wiederholten Messungen, daß der Widerstand immer schon seinen früheren Wert angenommen hatte, wenn der bei der Messung benutzte Strom eine bestimmte Größe hatte. Da andererseits eine Selbstwiederherstellung nicht erfolgte, wenn zwischen Erregung und Messung eine beliebig lange Zeit verfloß, so mußte die eintretende Steigerung des Widerstandes eine Folge des Brückenstroms sein. Die Erscheinung wurde am besten wahrgenommen, wenn das eine der Metalle Antimon und der Anfangswiderstand sehr groß war. Es gab eine kritische Stromstärke, unterhalb welcher nur eine Rückkehr des Widerstandes eintrat, während bei stärkeren Strömen die Leitfähigkeit zunahm. Unter den überhaupt wirksamen Strömen gab es wieder einen, der den größten Effekt hervorbrachte. *Schk.*

### 3. Geschichte.

**Zur Geschichte der Astronomie der Griechen.** In der vom Direktor der Treptow-Sternwarte bei Berlin herausgegebenen Zeitschrift „*Das Weltall*“ (*Jahrg. I Heft 2, 1900*) macht F. K. GINZEL Mitteilungen über Aufschlüsse, die man der neueren von Hultsch hergestellten Textausgabe des Kommentars des Pappos zum *Almagest* des Ptolemäus verdankt.

In Bezug auf eine von Hipparch zur Bestimmung des Mondabstandes benutzte Sonnenfinsternis heißt es in dem durch Hultsch hergestellten Texte des Pappos: In der Gegend des Hellespont sei genau eine totale Sonnenfinsternis eingetreten, während in Alexandria in Ägypten nur nahezu  $\frac{4}{5}$  des Durchmessers verfinstert waren. Auf Grund dieser Beobachtung zeige Hipparch im ersten Buche, daß der geringste Abstand des Mondes 71, der größte 83, mithin der mittlere 77 Erdhalbmesser betrage. (Hierbei ist allerdings noch die Sonnenparallaxe außer Betracht gelassen.) Im zweiten Buch zeige Hipparch durch eine genauere Untersuchung, daß der kleinste Abstand des Mondes 62, der mittlere  $67\frac{1}{3}$  Halbmesser sei, und daß der Abstand der Sonne von der Erde 2490 Halbmesser betrage. Das Datum der erwähnten Finsternis nun läßt sich mit Hilfe des Ginzelschen „Speziellen Canons der Finsternisse“ leicht feststellen, wenn man annimmt, daß die Finsternis von Hipparch selbst beobachtet worden ist; sie mußte sich unter dieser Voraussetzung zwischen 161–126 v. Chr. ereignet haben, da in diese Zeit die schriftstellerische Tätigkeit des großen Astronomen fällt. Hiernach ergibt sich der 20. November 129 v. Chr. als das wahrscheinlichste Datum der Sonnenfinsternis, die an diesem Tage am Hellespont total war und für Alexandria 9,4 Zoll des Durchmessers betrug. Auch befand sich damals Hipparch vermutlich in Rhodos, wo er zwischen 128 bis 126 astronomische Beobachtungen machte. Er konnte von dort aus, nachdem er die Finsternis daselbst beobachtet, über deren Verlauf Erkundigungen in Alexandria und am Hellespont einziehen. Falls es sich um eine von Hipparch nicht selbst beobachtete, sondern ihm nur durch Überlieferung bekannt gewordene Finsternis handeln sollte (worüber sich Pappos leider nicht bestimmt genug ausdrückt), so würden noch die Finsternisse vom 9. Februar 263 v. Chr. und 14. März 190 v. Chr. in Betracht kommen.

Auch über die von Posidonius (80 v. Chr.) unternommene Bestimmung des Sonnendurchmessers verdankt man den Forschungen von Hultsch eine interessante Aufklärung. Gelegentlich der bekannten von dem Alexandriner Eratosthenes ausgeführten Gradmessung



war von eben diesem Mathematiker auch bemerkt worden, daß zur Zeit des Sommersolstiums der Umkreis von Syene bis zu 300 Stadien im Durchmesser schattenlos sei. Hieraus schloß Posidonius, daß vom Erdcentrum aus der Sonnendurchmesser unter demselben Winkel erscheinen müsse, wie der Durchmesser des schattenlosen Kreises. Kennt man noch den Erdradius und die Sonnenentfernung, so kann man demnach durch eine Proportion den Sonnendurchmesser finden. Nun war der Umfang der Erde nach Dicaearchus auf 300000 Stadien angesetzt, woraus der Erddurchmesser gleich etwa 96000 Stadien folgte. Posidonius nahm ihn rund zu 100000 Stadien, den Erdradius also zu 50000 Stadien an; die Sonnenbahn nahm er als 10000 mal so groß als den größten Kreis der Erde an, also auch die Entfernung der Sonne von der Erde 10000 mal so groß als den Erdradius, d. h. gleich 500 Millionen Stadien. Hieraus berechnet sich der Sonnendurchmesser zu 3000000 Stadien. [Es ist bemerkenswert, daß sich aus diesen Daten die scheinbare Größe der Sonne zu 20,6' ergibt, während der wirkliche Mittelwert 32' beträgt.]

Interessant ist auch die folgende Zusammenstellung, aus der hervorgeht, daß Posidonius bei der Annahme über die Entfernung der Sonne von der Erde der Wahrheit bis zum halben Betrage nahe kam, während die übrigen griechischen Astronomen weit dahinter zurückblieben. Die Größen sind sämtlich in Erddurchmessern gemessen:

	Mittl. Entfernung des Mondes	Mond- durchmesser	Mittl. Entfernung der Sonne	Sonnen- durchmesser
Aristarch (264 v. Chr.)	$9\frac{1}{2}$	0,36	180	$6\frac{3}{4}$
Hipparch (140 v. Chr.)	$33\frac{3}{2}$	0,33	1245	$12\frac{1}{3}$
Posidonius (80 v. Chr.)	$26\frac{1}{5}$	0,16	6550	$39\frac{1}{4}$
Ptolemäus (150 n. Chr.)	$29\frac{1}{2}$	0,29	605	$5\frac{1}{6}$
Moderner Betrag	30,2	0,27	11726	108,9

P.

#### 4. Unterricht und Methode.

**Experimentelle und mathematische Physik.** Über „die Beziehungen der experimentellen und der mathematischen Physik“ handelt ein Vortrag von POINCARÉ auf dem internationalen Physiker-Congress zu Paris 1900. Er geht aus davon, daß das Experiment die einzige Quelle der Wahrheit sei; das Experiment allein kann uns etwas Neues lehren, nur das Experiment kann uns Gewißheit verschaffen. Ein gutes Experiment aber lehrt uns etwas Anderes kennen als eine bloße Thatsache, es lehrt uns voraussehen, d. h. verallgemeinern. Die ganz nackten Thatsachen würden uns nicht genügen, darum brauchen wir eine geordnete, oder richtiger eine organisierte Wissenschaft. Man kann nicht ohne eine vorgefaßte Idee experimentieren, und dies ist unvermeidlich, da schon die Sprache, in der wir denken, mit vorgefaßten Ideen arbeitet; den letzteren aber wird grade durch bewußt vorgefaßte Ideen das Gegengewicht gehalten. Aufgabe der mathematischen Physik ist es, die Verallgemeinerungen derart zu leiten, daß jedes Experiment uns eine möglichst große Zahl von künftigen Erfahrungen mit dem größtmöglichen Grade von Wahrscheinlichkeit vorausszusehen gestattet.

Das allgemeinste Prinzip der Verallgemeinerung ist die Einheitlichkeit der Natur. Wenn nicht die einzelnen Teile des Weltalls sich wie die Glieder eines und desselben Körpers verhielten, so würden sie nicht auf einander wirken, und insbesondere würden wir nur einen einzigen davon kennen. Die Frage ist daher nicht, ob die Natur einheitlich ist, sondern in welchem Sinne sie es ist. Wenn alles von allem abhängig ist, so können die Beziehungen nicht mehr einfach sein. In der That lehrt die Geschichte der Wissenschaft, daß sich bald die Einfachheit hinter verwickelten Erscheinungen verbirgt (so beim Newtonschen Anziehungsgesetz), bald dagegen die zu Tage tretende Einfachheit in Wirklichkeit äußerst complizierte Vorgänge verschleiert (so das Mariottesche Gesetz in seinem Verhältnis zu den complizierten Bewegungen der Gasmoleküle). Wiederum ist auch die Einfachheit des Newtonschen Gesetzes vielleicht nur scheinbar, vielleicht nur eine Folge eines complizierten Mechanismus von unregelmäßigen Bewegungen in einer subtilen Materie. Damit Wissenschaft möglich sei, muss man aufhören, wenn man die Einfachheit gefunden hat. Der Glaube an die Ein-

fachheit ist dadurch gerechtfertigt, daß die häufige Bestätigung einfacher Gesetze nicht auf bloßem Zufall beruhen kann. Aber wir haben kein Recht, von bloß angenäherter Einfachheit auf strenge Einfachheit zu schließen, wie man früher gethan hat.

Hypothesen sind notwendig; aber man hat zwischen verschiedenen Arten von Hypothesen zu unterscheiden. Gewisse von ihnen bilden sozusagen den gemeinsamen Boden aller Theorien der mathematischen Physik, man könnte sie als Bedingungen bezeichnen, die durch Symmetrie vorgeschrieben sind. Es wäre schwer nicht anzunehmen, daß der Einfluß sehr entfernter Körper vollständig vernachlässigt werden kann, daß die kleinen Bewegungen einem linearen Gesetz gehorchen, daß die Wirkung eine stetige Funktion ihrer Ursache ist. Eine zweite Klasse von Hypothesen sind die indifferenten, z. B. die Annahme der continuierlichen oder der atomistischen Constitution der Materie. Wenn das Experiment die Schlußfolgerungen des Analytikers bestätigt, so wird dadurch über diese Constitution nichts entschieden. Ähnlich ist es, wenn man von den zwei Vektoren, der optischen Theorien den einen als Geschwindigkeit, den andern als Kreisbewegung einführt. Solche Hypothesen sind nützlich als Kunstgriffe der Rechnung oder auch dadurch, daß sie uns konkrete Bilder darbieten und dazu helfen, die Ideen zu fixieren. Eine dritte Klasse von Hypothesen umfaßt die wahren Verallgemeinerungen; sie sind es, die durch das Experiment bestätigt oder verworfen werden müssen.

Die Möglichkeit der mathematischen Physik beruht darauf, daß die Erscheinungen sich in gleichartige Elementarerscheinungen zerlegen lassen; so läßt sich die Temperaturverteilung in einer Flüssigkeit zurückführen auf den Wärmeaustausch zwischen benachbarten Punkten, die Verbiegung eines Stabes auf die Deformationen seiner Elemente, die Zerlegung des Lichts in seine einfarbigen Bestandtheile. In diesen Fällen muß der Geist vielfach über jedes mögliche Experiment hinausgehen: der unendlich feine Strahl, den die mathematische Optik voraussetzt, hat andere Eigenschaften als die feinste auf experimentellem Wege zu erzeugende Lichtart; zwei Strahlen der ersten Art, durch zwei rechtwinklig zu einander stehende Spiegel polarisiert und dann auf dieselbe Polarisationssebene zurückgeführt, müßten sich zur Interferenz bringen lassen, zwei Strahlen der zweiten Art geben noch keine Interferenz. — Die Kenntnis von Elementarthaten der angedeuteten Art befähigt uns, die Probleme in Gleichungen zu bringen. Dies sind der Regel nach Differentialgleichungen, ihre Integration liefert die verwickelte Thatsache, die der Beobachtung und Bestätigung zugänglich ist.

Die physikalischen Theorien mit ihrem häufigen Wechsel erwecken leicht den Eindruck, als ob in der Wissenschaft nichts feststehend sei. Aber eine Theorie wie die Fresnelsche Lichttheorie stellt Beziehungen dar, die nach wie vor vorhanden sind. Was wir vorher Wellenbewegung nannten, nennen wir heut elektrischen Kraftfluß. Aber diese Benennungen waren nie mehr als Bilder, welche man den wahren Dingen untergeschoben hat, die uns die Natur für ewige Zeiten verhüllen wird. „Die thatsächlichen Beziehungen zwischen diesen wahren Dingen sind die einzige Wirklichkeit, die uns zugänglich ist.“ Wahr ist in diesem Sinne, daß zwischen der elektrischen Schwingung, der Pendelbewegung und allen periodischen Erscheinungen eine innere Verwandtschaft besteht, die einer verborgenen Wirklichkeit entspricht; wahr ist an allen den verschiedenen neueren Dispersionstheorien, daß sie eine wahre Beziehung zwischen der Absorption und der anomalen Dispersion enthüllen. Die kinetische Theorie der Gase ist sehr anfechtbar, aber sie hat uns eine wahre und ohne sie tiefverborgene Beziehung enthüllt, nämlich diejenige zwischen dem Gasdruck und dem osmotischen Druck. Hiernach ist die Frage, ob eine in irgendwelchen Bildern dargestellte Theorie an sich wahr sei, illusorisch und sinnlos. Will jemand z. B. die ganze Physik durch Stöße von Atomen erklären, so ist dies zulässig, solange er damit sagen will, daß zwischen den physikalischen Erscheinungen dieselben Beziehungen bestehen, wie zwischen den wechselseitigen Stößen einer großen Zahl von Billardkugeln; unzulässig wenn er meint, die Sache dadurch besser zu verstehen, weil er häufig dem Billardspiel zugesehen hat. — Theorien können auch wieder aufleben, wenn die in ihnen verwandten Bilder wieder als



brauchbar zur Darstellung von Thatsachen erscheinen. So erscheinen die bereits verworfenen Coulombschen Fluida heut wieder unter dem Namen der Elektronen, d. i. elektrisierter Moleküle; letztere freilich haben eine Masse, aber auch Coulomb sprach seinen Fluidis die Masse nicht ab. Carnots Prinzip wurde verlassen, als man erkannt hatte, daß die Wärme nicht unzerstörbar sei; aber im zweiten Hauptsatz der Thermodynamik trat es von neuem in der Wissenschaft hervor. — Prinzipien wie das der kleinsten Wirkung oder das der Erhaltung der Energie, stellen gleichsam die Quintessenz unzähliger Beobachtungen dar: das letztere sagt nur aus, daß es irgend etwas giebt, was constant bleibt. Dennoch braucht es nicht ins unendliche anwendbar zu sein. Die Grenze ist erreicht, wenn es aufhört uns nützlich zu sein, d. h. uns neue Erscheinungen voraussehen zu lassen, ohne uns zu täuschen. Wir werden in einem solchen Falle sicher sein, daß die behauptete Beziehung nicht mehr wirklich ist.

Inbezug auf das Verhältnis der Physik zum Mechanismus wird auseinandergesetzt, daß es in allen Fällen, wo die Prinzipien der kleinsten Wirkung und der Energie ausreichen, nicht nur stets eine mögliche mechanische Deutung, sondern daß es deren eine unbegrenzte Zahl gebe, wozu man sich allerdings nicht mit der gewöhnlichen Materie zufrieden geben dürfe, sondern in der Art von Hertz verborgene Bewegungen oder auch besondere Fluida anzunehmen habe. Speziell die Annahme des Äthers sei dadurch berechtigt, daß ohne eine solche Annahme der Zustand des materiellen Weltalls nicht nur von dem unmittelbar vorhergehenden, sondern auch von längst vergangenen Zuständen abhängen würde. Der Vortragende glaubt indessen nicht, daß es jemals gelingen werde unmittelbare experimentelle Beweise für die Existenz des Äthers zu finden.

Die Entwicklung der Wissenschaft hatte in neuerer Zeit eine entschiedene Tendenz zur Einheitlichkeit; der gegenwärtige Stand zeigt hierin ein langsames Tempo. Die Verschmelzung von Optik, Elektrizität und Magnetismus hat uns vor das schwierig zu lösende Problem gestellt, eine für alle diese Gebiete gemeinsame mechanische Erklärung zu finden. Das befriedigendste in dieser Hinsicht leiste die Theorie von Lorentz, aber sie habe den schwerwiegenden Mangel, daß sie dem Newtonschen Prinzip der Gleichheit von Wirkung und Gegenwirkung widerspreche, oder vielmehr daß dieses Prinzip auch auf die Wirkungen zwischen Materie und Äther angewendet werden müsse. Trotzdem habe die Lorentzsche Theorie soviel Wirklichkeitsgehalt, daß man sie wahrscheinlich modifizieren, aber nicht verwerfen werde. Eine widerspruchsfreie mechanische Theorie existiere noch nicht; aber nicht der Mechanismus, sondern die Einheit sei das wahre und einzige Ziel. Auch die nicht umkehrbaren Erscheinungen seien durch den Carnotschen Satz unter einen einheitlichen Gesichtspunkt gebracht, sie spotten der mechanischen Erklärung, aber sie zeigen mechanische Analogieen, deren allgemeinsten Typus die Reibung ist. Alles in allem genommen sind wir immerhin der Einheitlichkeit näher gekommen, auch die verschiedenen Arten neuer Strahlungen werden sich in dem jetzt geltigen System unterbringen lassen. Die sogenannte Materie freilich erscheint mehr und mehr verwickelt, was man von ihr weiß, ist immer nur angenähert, und unsere Formeln erfordern in jedem Augenblick neue Glieder. Es ist gut, daß sich diese Compliziertheit erst allmählich enthüllt, da man sonst wohl nicht den Mut gehabt hätte, dem Problem näher zu treten. Aus den Arbeiten von Andrews und van der Waals über den Zusammenhang der Aggregatzustände ergebe sich aber bereits, trotz der complizierteren Gestalt der Kurven, ein Gewinn an Einfachheit, und auch die physikalische Chemie sei thätig, der Einheitlichkeit neuen Boden zu gewinnen. (*Physikal. Ztschr.* II Nr. 11—13.) P.

### 5. Technik und mechanische Praxis.

**Teslas neue elektrische Versuche.** In der Juni-Nummer des *Century Magazine* (*Nature* 62, 116; 1900) hat NICOLA TESLA eine bemerkenswerte Abhandlung über „The Problem of Increasing Human Energie, with Special Reference to the Harnessing of the Sun's Energie“ veröffentlicht, in der er neben metaphysischen und soziologischen Fragen einige recht bedeutsame elektrische Versuche behandelt. Man kann die Verbindung des Stickstoffs und des Sauerstoffs der Luft durch elektrische Entladungen bewirken. Die Anwendung von Strömen

mit außerordentlich hohen Wechselzahlen vermehrt die chemischen Leistungen der elektrischen Entladungen bis zu einer gewissen Grenze recht beträchtlich. TESLA erforschte die elektrischen Druckwirkungen der Stromstöße und den Einfluss der Wellengestalt, des Luftdrucks, der Temperatur, der Gegenwart von Wasser oder anderen Stoffen und ermittelte so allmählich die besten Bedingungen für die stärksten chemischen Wirkungen der Entladungen. Er begann mit unbedeutenden Büschelentladungen von einigen cm Länge und schritt dann unter Benutzung eines Oszillators, der 12 Millionen Volt und 100000 Wechsel in der Sekunde lieferte, fort zur Verwendung von 18 bis 21 m breiten „brüllenden“ Flammen, die den Stickstoff der Luft verschlangen. Unter gewissen Bedingungen erlangt die Luft, die für gewöhnlich ein hoher Isolator ist, leitende Eigenschaften und die Fähigkeit, elektrische Energie zu übertragen. Die Entdeckung der leitenden Eigenschaften der Luft ist ein notwendiges Ergebnis der früheren Versuche TESLAS. Eine seiner ersten Entdeckungen war die ungewöhnliche Einwirkung außerordentlich rascher elektrischer Schwingungen auf den menschlichen Körper. Mächtige elektrische Entladungen von mehreren hunderttausend Volt, die man ehemals für unbedingt tödlich ansah, konnten ohne Nachteil durch den Körper geleitet werden. Ferner zeigte TESLA, dass man mit solchen Schwingungen Licht erzeugen konnte, das ein ideales System elektrischer Beleuchtung mittels Vakuumröhren versprach, bei dem eine Erneuerung der Lampen oder Glühkörper und der Gebrauch von Drähten im Inneren der Gebäude überflüssig war. Weitere Untersuchungen führten zu dem wichtigen Nachweis, dass die Zufuhr elektrischer Energie nur mit einem Drahte, also ohne Rückleitung, ausführbar sei. Seit den Vorführungen im Jahre 1892, wo der Apparat nur eine Lampe kümmerlich zu betreiben vermochte, hat TESLA dessen Leistungsfähigkeit so vervollkommenet, dass er jetzt vier- bis fünfhundert Lampen damit zum Leuchten bringen kann. Der Erfolg dieses Übertragungsverfahrens wies auf die Verwendung der Erde als Leiter und die Überflüssigkeit des Drahtes hin. TESLA sieht die Erde als einen ungeheuren Behälter mit Elektrizität an, die man durch zweckmäßige Maschinen zu erschüttern vermag. Er richtete demgemäß seine Anstrengungen darauf, einen besonderen Apparat zu schaffen, mit dem er die Erdelektrizität wirksam erschüttern konnte. Er entwarf eine geeignete Art von Transformator oder Induktor, mit dem er nicht nur geringe Beträge elektrischer Energie zum Betrieb kleiner Vorrichtungen, sondern auch ansehnliche Mengen elektrischer Energie übertragen konnte. Ein Apparat erzeugte einen elektrischen Wechselstrom mit 100000 Wechsell in der Sekunde. Die Ladung entwich unter betäubendem Geräusch, sprang auf eine unverbundene, nahezu 7 m entfernte Spule über und rief dadurch so starke elektrische Störungen hervor, dass man aus einem Haupt-Wasserrohr, das 900 m vom Laboratorium entfernt war, 2,5 cm lange Funken ziehen konnte. So außerordentlich dieses Ergebnis ist, so erscheint es doch unbedeutend gegen die Leistungen, die mit anderen auf dem gleichen Grundgedanken beruhenden Apparaten erreichbar seien. TESLA hat Entladungen erzeugt, deren Weg wahrscheinlich mehr als 300 m lang war, und hält es für möglich, diesen Weg auf das Hundertfache zu verlängern. Er hat, wenn der Berichterstatter ihn richtig verstanden hat, elektrische Bewegungen mit einem Verbrauch von 100000 Pferdekraften hergestellt und hält einen Aufwand von 1, 5 oder 10 Millionen Pferdekraften für bequem ausführbar. Die wertvollste dabei gemachte Beobachtung war das ungewöhnliche Verhalten der Luft gegen elektrische Stöße von unmäßiger elektromotorischer Kraft. Die Versuche zeigten, dass dann die Luft bei gewöhnlichem Druck leitend wird. Das eröffnet die überraschende Aussicht, große Beträge elektrischer Energie für gewerbliche Zwecke auf große Entfernungen ohne Draht zu übertragen, eine Möglichkeit, an die man bis jetzt nur in wissenschaftlichen Träumen dachte. Weitere Untersuchungen zeigten, dass die der Luft durch diese elektrischen Stöße von mehreren Millionen Volt mitgeteilte Leitfähigkeit sehr rasch mit dem Grade der Verdünnung wächst, sodass Luftschichten in sehr mäßigen Höhen, die bequem erreichbar sind, für Ströme dieser Art einen vollständig leitenden Weg besser als Kupferdraht darbieten. Die Versuche deuten darauf hin, dass man mit zwei Enden, die mehr als 9000 bis 11000 m über dem Meeresspiegel liegen, die Energie von Tausenden von Pferdekraften auf Hunderte und



wenn nötig Tausende von km mit einer elektrischen Spannung von 15 bis 20 Millionen Volt übertragen kann. TESLA setzt seine Untersuchungen fort mit dem Ziel, die jetzt noch erforderliche große Höhe beträchtlich herunterzusetzen.

H.-M.

**Eigenschaften und Verwendung des gegossenen Quarzes.** Schon im Jahre 1839 hat H. Gaudin Quarz zu Fäden ausgezogen. Später stellte der englische Physiker Boys besonders feine Quarzfäden her, die wegen ihrer außerordentlich vollkommenen Torsionselastizität zur Aufhängung von Galvanometernadeln u. a. hervorragend geeignet sind (*diese Zeitschr. I 129; III 37; IV 200*). Es geht daraus hervor, daß der Quarz vor dem Schmelzen teigig wird, und es liegt die Frage nahe, ob er sich nicht auch sonst wie gewöhnliches Glas behandeln läßt. Da der Schmelzpunkt ein außerordentlich hoher ist, so gehören dazu eine Flamme von hoher Temperatur und Materialien aus sehr feuerbeständiger Substanz. Wie ARMAND GAUTIER in den *C. R. CXXX 816* mitteilt, hatte er schon 1869 im Laboratorium der Sorbonne Röhren und kleine Thermometer aus Quarz gefertigt und diese auf der Pariser Weltausstellung von 1878 ausgestellt. Spätere Versuche desselben Verf., Röhren und andere Apparate aus gegossenem Quarz im elektrischen Ofen herzustellen, waren nicht gelungen.

Neuerdings hat A. DUFOUR diese Versuche wieder aufgenommen (*C. R. CXXX 775 und 1753; 1900*). Er fand, daß Quarz an der Spitze des Knallgasgebläses schmilzt und in der Flamme selbst weich wird; daß ferner der gegossene Quarz großen Temperaturänderungen ohne zu springen widerstehen kann. Der Verf. goss den Quarz zuerst in Stäbchen von etwa 1 mm Durchmesser; zur Herstellung einer Röhre wurden diese Stäbchen spiralig gebogen, so daß die einzelnen Windungen einander berührten, und das Ganze dann geschmolzen. Man kann der Röhre leicht jede beliebige Form geben, sie blasen, schweißsen etc. Erwärmt man eine solche Quarzröhre so hoch man will und wirft sie dann in kaltes Wasser, so zeigt sich doch keine Spur eines Bruches.

DUFOUR stellte auf diese Art Thermometerrohre für hohe Temperaturen her. Als Flüssigkeit braucht man einen Körper, der leicht rein zu erhalten ist, der einen relativ niedrigen Schmelzpunkt hat, der bis zur Rotglut keine merklichen Dämpfe entwickelt und der sich beim Erstarren zusammenzieht. Diesen Bedingungen entspricht das Zinn; und DUFOUR konstruierte ein Quarzthermometer mit Zinnfüllung für die Temperaturen von 240° bis 580°. Da Quarz erst bei 1000° bis 1200° weich wird, so könnte man daraus ein Thermometer bis mindestens 900° herstellen. Zur Eichung des Thermometers dienen die Siedepunkte des Quecksilbers und Schwefels, das Niveau des Zinns in der Röhre bleibt in beiden Fällen sehr constant. Die Füllung läßt sich mit geschmolzenem Zinn ebenso wie mit Quecksilber ausführen. Etwaige Spuren von Oxyd bleiben in der Kugel zurück, die Kuppe in der Röhre ist stets glänzend. Die Kugel muß sehr dickwandig sein, damit sie beim Erstarren des Zinns nicht springt. — Der Verf. konstruierte auch ein Quecksilberthermometer aus Quarz, das vor dem Glasthermometer den Vorzug haben dürfte, den Nullpunkt nicht zu verändern.

Während Glas im Knallgasgebläse beim Schmelzen lebhaft Gasblasen entwickelt, schmilzt der Quarz ruhig ohne Gasentwicklung. Jene Erscheinung beim Glase rührt zum Teil von Gasen her, die während des Schmelzens aufgelöst wurden. Solche Gase, die sich aus dem Glase entwickeln, bilden bei Vakuumröhren ein erhebliches Hindernis für spektroskopische Versuche. Der Verf. hofft, daß Röhren aus Quarz diese Eigenschaft nicht haben und sich daher gut zur Spektroskopie eignen werden.

Die Eigenschaft des gegossenen Quarzes großen Temperaturänderungen ohne Bruch zu widerstehen, ist eine Folge seines geringen Ausdehnungscoefficienten. Dieser wurde von H. LE CHATELIER für hohe Temperaturen bestimmt (*C. R. CXXX 1703; 1900*). Die hierzu nötigen Mengen gegossenen Quarzes wurden in dem Moissan'schen elektrischen Ofen hergestellt und erhielten dadurch die Beschaffenheit amorpher Kieselsäure, zeigten also auch nicht mehr die Ungleichheiten der krystallinischen Struktur. Der Verf. verglich die Verlängerungen zweier Prismen von gleicher Länge mit einander, von denen das eine aus der zu untersuchenden Substanz, das andere aus Porzellan bestand, dessen Ausdehnungscoefficient vorher direkt bestimmt war. Er erhielt so zwischen 0° und 1000° einen mittleren

- Ausdehnungscoefficienten der gegossenen amorphen Kieselsäure von 0,0000007. Für kristallinen Quarz ist der Coefficient höher. Unter den gewöhnlichen Stoffen zeigt erstere die bei weitem geringste Ausdehnung durch die Wärme.

Der überaus hohe Schmelzpunkt des Quarzes (höher als Platin) läßt sich durch Beifügung geringer Mengen Aluminium bis auf  $100^{\circ}$  unter den Schmelzpunkt des Platins herabbringen; durch weitere Beifügung von alkalischen Basen geht er auf  $1400^{\circ}$  herab. Gleichzeitig vergrößert sich aber der Ausdehnungscoefficient. Die Vereinigung eines niedrigen Schmelzpunktes mit geringer Ausdehnung gelang dem Verf. durch Zusatz von Lithium. Die Mischung  $10 \text{ SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{ Li}_2\text{O}$  schmolz bei  $1200^{\circ}$  und hatte einen Ausdehnungscoefficienten nur wenig größer als der des geschmolzenen reinen Quarzes; doch waren die Ergebnisse nicht unter allen Umständen die gleichen.

Die geschmolzene glasige Kieselsäure ist bei Rotglut für Wasserstoff durchlässig, ähnlich dem Platin, nur in geringerem Grade. Diese Erscheinung beobachtete VILLARD in folgender Weise (*C. R. CXXX 1752; 1900*). Er erwärmte eine Quarzröhre, die mit einem kleinen luftleeren Manometer verbunden war, mittelst eines Bunsenbrenners auf etwa  $1000^{\circ}$ . Der in dem Leuchtgas enthaltene Wasserstoff dringt dann durch die Röhrenwand in das Innere und bringt hier eine Erhöhung des Drucks hervor. Diese erreicht innerhalb einer halben Stunde mehrere Millimeter, während eines Tages mehrere Centimeter. Durch erneutes Erwärmen der Röhre kann man das eingetretene Gas wieder herausbringen, wenn man sie zugleich mit einem Platinmantel umgibt, in dem die Luft frei circuliert. Um nachzuweisen, daß das eingetretene Gas Wasserstoff ist, genügt es, an den vorigen Apparat eine Platinröhre anzusetzen; diese zieht, wenn sie rotglühend und vor den Flammgasen geschützt ist, das Gas der Quarzröhre in sich hinein, und das Manometer geht auf Null zurück. Leider giebt der Verf. keinen weiteren direkten Beweis von der Identität des Gases mit Wasserstoff, was doch auf spektroskopischem Wege leicht möglich gewesen wäre.

Die Durchlässigkeit der Röhrenwand für das Gas wird noch größer, wenn man die Temperatur erreicht hat, bei der der Quarz weich wird. Wird eine an die Quarzröhre angeblasene Kugel aus gleichem Material auf  $1500^{\circ}$  erwärmt, so giebt sie einen Ton von sich. Nach einem Versuch von de la Rive aus dem Jahre 1802 erhält man eine ähnliche Wirkung mit einer erwärmten Glaskugel, in die man einen Wassertropfen einführt; der Grund liegt in einer rhythmischen Condensation des Wassers. Bei der Quarzkugel entsteht das Wasser aus der Verbrennung des eingedrungenen Wasserstoffs. Erwärmt man den ganzen Apparat, so hört jene rhythmische Condensation des Wassers auf, und die Kugel wird still.

Auch in dem Glaswerk von Schott in Jena sind Versuche gemacht, durch Schmelzung in elektrischen Ofen größere homogene Stücke isotropen Quarzes herzustellen und diese dann zu Linsen zu verarbeiten. Wie F. AUERBACH mitteilt, wurde die Härte und Elastizität dieser so erhaltenen glasigen Kieselsäure genauer untersucht und mit den betr. Werten für Bergkrystall (parallel und senkrecht zur Achse) und Opal verglichen (*Ann. der Physik 3 116; 1900*). Die Messung erstreckte sich auf den „Eindringungsmodul“  $E'$  (eine einfache Funktion des Elastizitätsmoduls) und die Härte  $H$ . Es zeigte sich, daß sowohl die Elastizität wie die Härte des amorphen Quarzes kleiner ist als der kleinste ihrer Werte für Bergkrystall, daß dagegen Elastizität und Härte des Opals, selbst verglichen mit amorphem Quarz, sehr klein, nämlich nicht viel mehr als halb so groß sind. Die Dichte des Quarzes geht beim Schmelzen und amorphen Erstarren von 2,68 auf 2,23 zurück; der Quarz dehnt sich also beim Erstarren aus. In demselben Verhältnis ändert sich die Härte und annähernd auch die Elastizität. Die geringe Elastizität und Härte des Opals dagegen hängt zweifellos mit seinem Wassergehalt zusammen.

*Schk.*

**Fortschritte des Goldschmidtschen Aluminiumverfahrens.** (Vgl. d. Zeitschr. XI 243.) In der Hauptversammlung des Vereins deutscher Chemiker im Juni 1900 hielt HANS GOLDSCHMIDT einen längeren Vortrag über technische Anwendungen seines neuen Verfahrens (*Zeitschr. f.*



angew. Ch. Sept. 1900. S. 919—932). Die rein metallurgische Seite des Verfahrens, die Darstellung kohlefreier Metalle, besonders des Chroms und Mangans, ist nunmehr in den Grofsbetrieb übergeführt. Die Darstellung der genannten Metalle geschieht in großen tiegelartigen Gefäfsen derart, dafs in einer Operation einige Centner abgeschieden werden, wozu kaum eine halbe Stunde erforderlich ist. Das kohlefreie *Chrom* wird besonders bei der Stahlfabrikation verwendet, und zwar können jetzt Chromstahle von höherem Chromgehalte angefertigt werden als bisher unter Verwendung kohlenstoffhaltiger Materialien. Das reine *Mangan* wird vornehmlich zur Herstellung reiner, besonders auch eisenfreier Kupromangane verwendet. Auf's einfachste lassen sich von Kupfer — bestem Elektrolytkupfer — Legierungen von 30 bis 50 und mehr Proz. Mangan bereiten. Bei beiden Metallen hat sich die alte Beobachtung bewahrheitet, dafs reine oder fast reine Metalle, auch in Legierungen, andere Eigenschaften zeigen, als die mit allerhand Verunreinigungen behafteten. Am meisten hat sich eine Legierung von Kupfer mit 5% Mangan eingeführt, da sich dieses Material sehr widerstandsfähig gegen Feuerungsgase gezeigt hat. Es werden Stangen und Röhren daraus gefertigt. Übrigens lassen sich ebenso leicht Zinn und Zink mit Mangan legieren. — Das Nebenprodukt der Reduktionsprozesse, der Korund, wird unter dem Namen „Corubin“ in den Handel gebracht und findet als Schleifmittel und feuerfestes Produkt Anwendung.

Von weitgehendster Bedeutung sind die Verwendungsarten, in denen es sich darum handelt, den bei der Reaktion auftretenden *Wärmeeffekt* unmittelbar für die Metallbearbeitung nutzbar zu machen. Die hohe Temperatur (etwa 3000°) des „aluminothermischen“ Metalles wurde in ihrer gelegentlich auch zerstörenden Wirkung an einem Eisenblock von  $\frac{1}{4}$  m Dicke gezeigt; in demselben war durch Aufgiefsen des flüssigen Metalles von der Kante her eine Furche von 20 mm Breite bis auf etwa  $\frac{1}{3}$  des Blockes ausgespült. (Wegen der großen Hitze sind auch die gewöhnlichen Tiegel für den Prozeß nicht verwendbar, da die kiesel-säurehaltige Wand derselben durch die flüssige Thonerde sofort aufgelöst wird; die Herstellung geeigneter Tiegel, deren Innenwand aus Magnesia oder Thonerde selbst besteht, ist ein besonderer Fabrikationszweig der „Chemischen Thermoindustrie“ in Essen.) Die hohe Wärme ist nun besonders für *Schweißungen* nutzbar gemacht worden. Eine wichtige Anregung erhielt der Verfasser dadurch, dafs er erfuhr, man könne Schweißungen im Kohlenfeuer bewirken, indem die zu verschweißenden Enden mittelst eines Klemmapparates aneinandergedrückt werden; wenn man dann Sorge trägt, dafs der Klemmapparat kalt bleibt, tritt eine Schweißung automatisch ein, da die durch die Hitze hervorgebrachte aber verhinderte Verlängerung den nötigen Druck erzeugt. Mit Hilfe des „Thermits“ — wie der gesetzlich geschützte Name für die Mischung von Metalloxyden etc. mit Aluminium lautet — schien nun die Möglichkeit gegeben, Schweißungen außerhalb der Werkstatt vorzunehmen und zwar in beliebiger Lage der zu verschweißenden Stücke<sup>1)</sup>. Hier war vorerst die Aufgabe zu lösen, die zu verschweißenden Stücke vor der zerstörenden Wirkung des flüssigen Metalls zu schützen. Es wurde daher zunächst nur das flüssige Aluminiumoxyd zur Schweißung verwendet. Diese trat auch nach Wunsch ein, es blieb aber der Übelstand, dafs nur ein Teil der feuerflüssigen Masse, und sogar der entschieden schlechtere, zur Ausnutzung kam. Nun wurde beim Eingiefsen des Korunds die Beobachtung gemacht, dafs ein Teil desselben, sobald er die kalten Stellen der Schiene traf, sofort erstarrte und auch vom nachgegossenen Korund, ja selbst vom nachfolgenden Metall nicht wieder aufgetaut wurde. Damit lösten sich alle Schwierigkeiten in überraschend einfacher Weise. Eine Schweißung, z. B. zweier Röhrenden, vollzieht sich also jetzt folgendermaßen. Nach Anbringung des erwähnten Klemmapparates (s. Fig. 1) wird um die Stelle herum eine parallelepipedische, oben offene Blechform aus einzelnen Stücken zusammengesetzt und von außen durch Massen von feinem feuchten Sand abgestützt (Fig. 2); dann wird in die Form eine entsprechende Menge von dem ganzen Tiegelinhalt (Korund nebst Metall) gegossen; es zeigt sich, dafs das Metall nirgends die Röhre oder auch die Blechform direkt berührt hat, so dafs nach dem Erkalten die ganze Masse

<sup>1)</sup> Für Demonstrationsversuche sind kleinere Mengen von Thermit durch die Firma Kähler und Martini, Berlin W. Wilhelmstr. 50 zu beziehen.

leicht sowohl von der Schweißstelle wie auch von der Form abzuschlagen ist. Die Festigkeit solcher Schweißungen genügt den höchsten Anforderungen; auch lassen sich derartige Rohre an der Schweißstelle in jedem gewünschten Radius in kaltem Zustande umbiegen. — Am bedeutsamsten erscheint das beschriebene Verfahren für die Schienenschweißung, besonders bei den im Straßenspflaster liegenden Geleisen. Die Vorteile gegenüber der Verlaschung der Schienen bestehen darin, daß infolge Wegfalles der Verschraubungen ein durchlaufendes Gestänge geschaffen wird, für das der Anschluß an das Straßenspflaster ein ganz gleichmäßiger ist; ferner laufen die Wagen glatt über die Verbindung der Schienen fort, das Lockern der Schrauben und der damit allmählich heftiger werdende Schienenstofs fallen fort, womit wieder eine Schonung des ganzen Materials verbunden ist. In Essen liegen bereits zwei Probestrecken derartig verschweißter Schienen seit Jahresfrist in ständigem Betriebe, in Braunschweig sind zwei größere Strecken der elektrischen Bahnen verschweißet worden, ebenso in Hannover eine größere Strecke im belebtesten Stadtteile; in Hamburg,

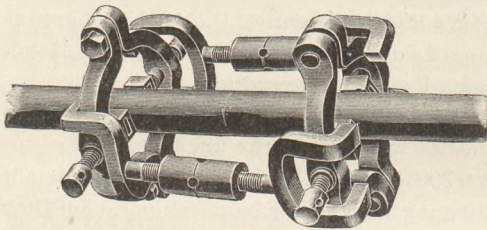


Fig. 1.

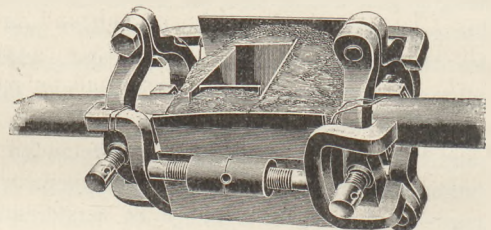


Fig. 2.

Berlin, Dresden, Aachen u. s. w. sind die Arbeiten im Gange oder beginnen in nächster Zeit. — Von besonderem Werte sind solche Verschweißungen für die elektrischen Straßensbahnen, bei denen der Strom durch die Schienen zurückgeleitet wird. Die Kupferverbinder, die bisher jeden Schienenstofs überbrückten, lösen ihre Aufgabe nur mangelhaft; es entstanden elektrolytische Zersetzungen und damit die Ursache der vielbesprochenen „vagabondierenden Ströme“, die ihren Weg besonders durch die städtischen Gas- und Wasserleitungsröhren nahmen und großen Schaden anrichteten. Als Gegenmittel wird hier auch von Fachmännern eine zuverlässige Schienenschweißung vorgeschlagen; vor allem werden die theuren Rückleitungskabel dadurch entbehrlich.

Noch eine andere Anwendung hat sich bereits in mehreren Betrieben bewährt. Die Reindarstellung von Metallen wurde bereits in einem früheren Berichte (diese Zeitschr. XI 243) näher erörtert. Es hat sich nun gezeigt, daß man nicht nur ein sehr reines weiches Eisen, das etwa dem schwedischen Holzkohleneisen gleichkommt, erzeugen kann, sondern daß man diesem aluminogenetischen Eisen in statu nascendi auch Kohle zusetzen und Metalle, z. B. 1 Proz. Mangan, 4 Proz. Nickel etc. hinzulegen kann. Solch stark erhitztes Eisen von verschiedenartigster Zusammensetzung kann nun dazu dienen, um fehlerhafte oder abgenutzte Stahlfaßgufs- oder Schmiedestücke auszubessern; denn die beispielsweise in die Höhlung eines Stahlblocks eingegossene Masse verschweißet sich sofort mit dem Material. Zumal beim Ausbessern größerer schadhafter Stellen, sog. Lunker, wo die bisherigen elektrischen Verfahren nicht mehr ausreichen, setzt dies Verfahren helfend ein; es ist aber auch für kleinere Ausbesserungen, wie Verstärkungen aufzugießisen oder ausgesprungene Zähne von Zahnrädern anzusetzen, geeignet. — Schließlich sei noch auf das Enthärten von Panzerplatten hingewiesen; statt des langwierigen Arbeitens mit einem kleinen Knallgasgebläse wird einfach auf die beliebig umgrenzte Stelle — wo es gilt, ein Loch in die Platte zu bohren — eine geeignete Menge des flüssigen Thermits aufgegossen, die erst nach längerer Zeit der Abkühlung wieder abgenommen wird. Weitere Anwendungen sind in Bearbeitung oder in Aussicht genommen; es ist zu hoffen, daß die Aluminothermie in absehbarer Zeit ein wichtiges, vielleicht unentbehrliches Hilfsmittel für viele Zweige der Technik werden wird. O.



## Neu erschienene Bücher und Schriften.

**Physikalische Mechanik.** Von P. Johannesson, Oberlehrer am Sophien-R.-G. in Berlin. Mit 37 Fig. auf 2 lithographierten Tafeln. Berlin, Julius Springer 1900. 58 S. Kart. M. 1,—.

Das Buch ist, wie aus der ihm beigegebenen Ankündigung der Verlagsbuchhandlung ersichtlich, für den physikalischen Kursus in der Untersekunda des Realgymnasiums bestimmt. Es ist ein Buch, das zu erstem Nachdenken anregt, weil es selbst aus solchem Nachdenken hervorgegangen ist. Schon die Einteilung des Stoffes läßt das Streben nach wissenschaftlicher Strenge erkennen; dem entspricht auch, daß gleich im Beginn die Methoden der Präzisionsmessung behandelt sind (was dem Referenten verfrüht erscheinen will). Beim Wägen wird der Unterschied von Masse und Gewicht scharf hervorgehoben, die Zeichen  $g$  und  $kg$  werden durchweg nur für Massen, dagegen für Gewichte die Bezeichnungen  $gg$  (Grammgewicht) und  $kgg$  gebraucht. Aber eine anfechtbare Neuerung ist es, wenn behauptet wird: da ein Körper während des Fallens keinerlei Druck oder Gewicht ausübe, weil eben nichts da sei, worauf er lasten könnte, so sei zu folgern, daß das Gewicht eines Körpers durch die Umstände sich verändern lasse, während die Masse als unveränderlich „betrachtet werde“. Dagegen ist einzuwenden, daß durch die constante Beschleunigung beim freien Fall die Konstanz des Gewichtes auch während des Falles bewiesen ist. Wäre es nicht einfacher, auf die Thatsache der Veränderlichkeit des Gewichtes in verschiedenen Breiten hinzuweisen? Der Verfasser will aber das Gewicht überhaupt nicht als eine bleibende Eigenschaft der Körper gelten lassen, sondern sieht darin eine Erscheinung, die nur unter gewissen Umständen (als Druck auf die Unterlage oder als Faden-spannung) direkt wahrnehmbar ist und deshalb auch nur unter diesen Umständen als vorhanden angesehen werden darf. Dies widerspricht der bisherigen Gepflogenheit der Physik und scheint uns mehr ein dialektisches Postulat als eine annehmbare physikalische Auffassung zu sein. Ähnliches gilt von der Konstanz der Masse, die mehr als eine bloße Betrachtungsweise, ja vielmehr die Grundthatsache aller Physik und Chemie ist. Wir heben das Beispiel deswegen hervor, weil es charakteristisch für die Behandlungsart des Verfassers ist, und weil uns durch derartiges Infragestellen der Sinn für das Thatsächliche als ein schlechthin Objektives gefährdet zu werden scheint.

Vollste Anerkennung verdient es, daß der Verfasser bei den einfachen Maschinen von Anfang an den Arbeitsbegriff verwendet, ohne in den Fehler einer voreiligen Deduktion aus dem Prinzip der Erhaltung der Arbeit zu verfallen. Auch hier aber ist es irreführend, zu behaupten, man habe „festgesetzt“, daß die mechanische Arbeit im einfachen Verhältnis der überwundenen Kräfte und der Hubhöhen wachsen solle; dies erweckt den Schein der Willkür (was auch wohl beabsichtigt ist), während der Begriff der Arbeitsgröße doch in engster Anpassung an die Thatsachen gebildet ist und eben deshalb — gleich zahlreichen anderen physikalischen Begriffen — in bewundernswert exakter Weise zur Beschreibung der Thatsachen sich eignet. Man hätte ferner von dem Verfasser erwarten dürfen, daß er die statische und dynamische Seite in dem Verhalten der einfachen Maschinen schärfer auseinander halten würde. Es ist zweifellos unstreng zu sagen (S. 16), daß am Flaschenzug mit  $n$  Rollen eine Last von  $2nk$  kgr durch eine Kraft von  $k$  kgr in die Höhe gehoben werde. Vielmehr setzt das Übergewicht die beiden sich im Gleichgewicht haltenden Massen in Bewegung. An anderer Stelle (S. 15) ist zwar vollständiger gesagt „durch eine gleiche (oder vielmehr überlegene) Kraft“, doch werden alle späteren Betrachtungen ohne den in Klammer gesetzten Zusatz durchgeführt. Der ange-deutete Mangel macht namentlich auch die Darstellung der gewonnenen und verlorenen Arbeit am Hebel unbefriedigend. Der Verfasser stellt als „Grundannahme“, im Anschlusse an die Betrachtung des Hebels, den Satz auf: „Setzen Kräfte an einer Maschine einander ins Gleichgewicht, dann und nur dann bleibt die Gesamtarbeitsleistung der Kräfte gleich Null, welche Bewegungen die Maschine auch ausführen mag“. Diesen Satz bezeichnet der Verf. als den Satz von der Erhaltung der Arbeit und denkt dabei wieder an Bewegungen, die ein im Gleichgewicht befindliches System unter dem Einfluß von noch hinzutretenden Bewegungsantrieben ausführt (andernfalls wäre der angeführte Satz nichts weiter als eine logische Identität — oder ein logischer Widerspruch). Diese an Lagranges unvollkommene Auffassung des virtuellen Prinzips erinnernde Betrachtungsweise erscheint uns allzu künstlich. An Stelle des angeführten Satzes sollte vielmehr seine Umkehrung stehen, die als das Prinzip der virtuellen Verschiebungen die eigentliche Bedingung für das Gleichgewicht an einfachen Maschinen ausspricht.

Das Gleichgewichtsgesetz der „schiefen Bahn“ wird nach dem Vorgang Galileis durch Vergleich der Hubhöhen von Kraft und Last abgeleitet und durch die vom Verfasser konstruierte Radwage (d. Zeitschr. XI 257) demonstriert. Das Gesetz dient gleichzeitig zur Einführung in den Begriff der Kraftzerlegung. Das damit zusammenhängende Prinzip der Kräftezusammensetzung wird nur bei-

läufig in den Übungsbeispielen behandelt und auf jenes zurückgeführt. Diese beiläufige Behandlung entspricht aber nicht der fundamentalen Stellung, die das Prinzip seit Newton in der Mechanik einnimmt.

Die Zusammensetzung paralleler Kräfte und die Lehre vom Schwerpunkt sind mit Hilfe des Arbeitsbegriffs strenger als sonst meist üblich dargestellt; doch übersteigt diese Darstellung, ebenso wie die spätere über das Gleichgewicht und die Bewegung von Massengruppen, wohl schon die Fassungskraft von Schülern der Unterstufe; die letzteren Betrachtungen schweben überdies ohne das feste Gerüst der mathematischen Ausdrücke für die lebendige Kraft und für den Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Weg doch zu sehr in der Luft. Instruktiv ist ja die wiederum an Galilei anknüpfende Darstellung des Zusammenhangs von Arbeit und Geschwindigkeit beim Pendel; aber unzulässig scheint es, von einer „Verwandelbarkeit von Arbeit in Geschwindigkeit“ zu reden. Es wäre doch wohl besser, solche „ungeklärte“ Vorstellungen der älteren Physik ganz zu vermeiden, wenn man daran nicht sofort die korrektere Fassung anschliessen und so die Mängel der älteren in das rechte Licht setzen kann.

Unter „allgemeinsten Eigenschaften“ der festen Körper behandelt die Schrift dann die Dichte, die Elastizität, die Stosserscheinungen und die Reibung. Hier wird besonders der Wert des Rades deutlicher als sonst auseinandergesetzt. Wenn aber Festigkeit als „die geringste für die Zerteilung eines Körpers nötige Kraft“ definiert wird, so liegt darin — in anbetracht des oben vom Gewicht Gesagten — eine gewisse Methode, aber es kann dem Verfasser nicht zugegeben werden, daß er die Reaktion gegen eine einwirkende Kraft mit dieser selbst identifiziert. Auf die Behandlung des Hammers in diesem Abschnitt legt der Verf. besonderen Wert; sie kann aber nicht als ausreichend gelten, da nur ein freifallender Hammer in betracht gezogen wird.

Auf eine Behandlung der Fallbewegung ist der Verfasser nicht eingegangen, da er sie mit Recht als ungeeignet für die Unterstufe ansieht; nur die „gradlinige“ und die wagerechte Kreisbewegung werden erörtert, und an letztere das Beharrungsgesetz in der folgenden Fassung angefügt: „Auf einer wagerechten Ebene ohne Reibung und ohne Luftwiderstand bewegt sich jedes Massenteilchen gradlinig und mit gleichbleibender Geschwindigkeit, wenn keine wagerechten Kräfte im Massenteilchen angreifen“. Diese Fassung ist der ursprünglichen Galileischen ähnlich, aber selbst Galilei geht weiter als der Verfasser, denn er sieht eine unendliche Fortdauer der Bewegung als unzweifelhaft an, *si planum in infinitum extendatur*, während der Verf. die wagerechte Ebene nur soweit gelten läßt, als von der Krümmung der Erdoberfläche abgesehen werden darf. Ich stimme dem Verf. darin bei, daß die Giltigkeit des Beharrungsgesetzes in erkenntniskritischer Beziehung noch immer weiterer Klärung bedürftig ist, aber solche Subtilitäten dürfen uns nicht hindern, das Grundgesetz der Bewegungslehre in der allgemeinen Fassung zu lehren, in der die Physik es seit mehr als zweihundert Jahren benutzt und die sich ausnahmslos als zutreffend bewährt hat.

Mit diesen Bemerkungen ist keineswegs erschöpft, was sich über das Buch sagen läßt. Erwähnt sei nur noch, daß die zwei letzten Abschnitte die „allgemeinsten Eigenschaften“ der Flüssigkeiten und der Gase behandeln. Jedem Abschnitt ist eine grössere Zahl von wohl erwogenen Übungsfragen angehängt. Angesichts der mannigfachen vorher gemachten Ausstellungen sei zum Schluß nochmals hervorgehoben, daß das Schriftchen hoch über der grossen Zahl von Büchern steht, die sich mit einem unkritischen Empirismus begnügen. Nur wer an sich und seinen Unterricht so strenge Anforderungen stellt wie der Verfasser, läuft Gefahr, die alte Wahrheit, daß allzu scharf schartig macht, an sich selbst bestätigt zu finden.

P

**Grundrifs der Experimentalphysik und Elemente der Chemie sowie der Astronomie und mathematischen Geographie** von E. Jochmann. 14. vollständig neu bearbeitete Auflage, herausgegeben von O. Hermes und P. Spies. Mit 407 Figuren, 4 meteorologischen Tafeln und 2 Sternkarten. Berlin 1900, Winkelmann & Söhne. 523 S. M. 5,50.

Der Jochmannsche Grundrifs hat sich seit nun dreissig Jahren als ein sorgfältig gearbeitetes und zuverlässiges Lehrbuch bewährt, und dankbare Anerkennung gebührt dem ersten Herausgeber O. Hermes dafür, daß er dem nachgelassenen Werke Jochmanns zu einer immer ausgedehnteren Wirksamkeit verholfen hat. Angesichts der neuen Entdeckungen wie der methodischen Fortschritte der letzten Zeit war aber eine durchgreifende Neubearbeitung des Buches geboten, und schwerlich wäre eine geeignete Kraft als der jetzt hinzugetretene zweite Herausgeber für diesen Zweck zu finden gewesen. Ihm verdankt das Buch eine Umgestaltung, die man als eine Verjüngung bezeichnen darf, wenschon der Umwandlungsprozess sich noch nicht gleichmäsig auf alle Abschnitte erstreckt hat. Das Verdienstliche an der Neubearbeitung sehen wir nicht in dem selbstverständlichen Einfügen der neueren Entdeckungen, sondern in der planmäsigigen Gestaltung des gesamten Materials in der Richtung auf eine gedanklich und experimentell wohlbegründete physikalische Erkenntnis. Namentlich



in der Elektrizitätslehre wird man auf Schritt und Tritt die Spuren dieser umgestaltenden Einwirkung erkennen. Wir verweisen nur auf die Begründung der elektrischen Mafseinheiten, die freilich dadurch etwas an Übersichtlichkeit verliert, daß sie gemäß der beibehaltenen Anordnung des Stoffes auf verschiedene Stellen verteilt werden mußte. Auch an beachtenswerten didaktischen Winken fehlt es nicht. Erwähnt sei die Erklärung der Gleichheit des Potentials bei ungleicher Dichte in § 270. Die Beziehungen zur Technik haben namentlich durch Heranziehung zweckmäßiger Beispiele eine gröfsere Berücksichtigung erfahren. Auch auf die anderen Teile der Physik hat sich die bessernde Thätigkeit des neuen Mitherausgebers erstreckt; zu wünschen bleibt namentlich, daß die Mechanik und die Astronomie noch einer weiteren Umarbeitung unterzogen werden.

P.

**Die Erweiterung unserer Sinne.** Akademische Antrittsvorlesung von Otto Wiener, o. Professor der Physik an der Universität Leipzig. Leipzig, Joh. Ambr. Bach, 1900. 93 S. M. 1,20.

Die Schrift führt den Gedanken aus, daß jedes neue Instrument oder jede Zusammenstellung bekannter Instrumente zu neuem Zweck als eine naturgemäße Fortentwicklung und Erweiterung unserer Sinne aufzufassen sei. Von diesem Gesichtspunkte werden die einzelnen Gebiete der Physik durchmustert, und die Steigerung der Sinnesempfindlichkeit durch die heutigen hochentwickelten Instrumente und Methoden zahlenmäfsig dargelegt. Daran schliesen sich aufs Erkenntnistheoretische übergreifende Erörterungen über die Möglichkeit, unsere Vorstellungen über die Außenwelt unabhängig von der besonderen Natur unserer Sinne zu machen. Die Zusätze zu der Vorlesung enthalten aufser Litteraturnachweisen sehr beachtenswerte Ausführungen zur Kritik der Welträtsel du Bois-Reymonds und über das Kirchhoffsche Prinzip des Beschreibens der Naturvorgänge.

P.

**Die Energie oder Arbeit und die Anwendungen des elektrischen Stromes.** Von Dr. Friedrich Kohlrausch, Präsident der Physikalisch-technischen Reichsanstalt und Professor a. d. Univ. Berlin. Leipzig, Duncker u. Humblodt, 1900. 77 S., geb. M. 2,40.

Die Abhandlung ist veranlafst durch die neuere gesetzliche Ordnung des Eigentumsrechtes bei elektrischen Anlagen und gibt eine gemeinverständliche Darstellung der Lehre von der Energie, insbesondere auch in ihren Beziehungen zu den elektrischen Vorgängen. Den Lehrer der Physik wird namentlich die einfache leicht falsche Art der Darstellung interessieren.

P.

**Die elektrischen Strommaschinen.** Zehn Wandtafeln für den Unterricht. Nebst einer Erläuterungsschrift. Von Dr. Adolf Kadesch, Oberlehrer an der O. R. zu Wiesbaden. Wiesbaden, J. F. Bergmann, 1900. M. 15,—.

Der Urheber dieser Tafeln ist den Lesern d. Zeitschr. bereits durch mehrere Beiträge in Jahrgang X und XI bekannt. Die Tafeln haben die Grösse  $108 \times 75$  qcm, sämtliche Figuren sind schematisch als Orthogonal- oder Parallelprojektionen ohne Schatten gezeichnet. Sie dürften selbst den Ansprüchen höherer realistischer Lehranstalten genügen. Der Verfasser hat von der Aufnahme der Kraftlinien in die Figuren abgesehen, und entwickelt auch in der Erläuterungsschrift die Theorie der Maschinen ohne Hinzuziehung der Kraftlinien. In einem Schlufsabschnitt giebt er Andeutungen, wie sich die Erklärungen unter Benutzung der Kraftlinientheorie gestalten; die Figuren bleiben dadurch unberührt und lassen sich erforderlichenfalls leicht durch Zufügung des Kraftlinienschemas vervollständigen. Der Schrift sind auch Reproduktionen der Wandtafeln in verkleinertem Mafsstabe beigefügt. Der Inhalt der Tafeln ist der folgende: Elektrische Theorie des Magnetismus. — Magnetoinduktion, Eisenring des Grammeschen Ankers. — Grammescher Ringanker, magnetelektrische Maschine von Gramme. — Anker von Siemens' Cylinder- und von Hefner-Altenecks Trommelmaschine. — Siemenssche und Hefner-Altenecksche Maschine. — Hauptstrom-, Nebenschlufs-, Verbundmaschine. — Kraftübertragung. — Wechselstrommaschine. — Drehstromgenerator und -motor. — Drehstrommotor bei weiteren Stromphasen.

P.

**Elektrotechnische Wandtafeln** von C. Sternstein, Lehrer. Magdeburg, Creutzsche Verlagsbuchhandlung, 1900. 1. Teil. No. I-VI, à M. 2, zusammen M. 10.

Die vorliegenden Tafeln sind in farbiger Ausführung hergestellt und recht übersichtlich, sie eignen sich für den elementaren Unterricht, wo sie neben dem Modell und dem Experiment zur Erläuterung einiger wichtiger Anwendungen der Elektrizität dienen können. Die Grösse ist  $70 \times 90$  qcm. Dargestellt sind: Läutewerk, elektr. Klingel, Haustelegraph — Morsetelegraph — elektrische Uhr — Telephon — Gleichstromdynamo und Grammeringanker — Gleichstrommotor, elektrische Strassenbahn. Beigegeben ist ein Schriftchen „Die Elektrizität im Dienst des Menschen“ (35 S.), das Erläuterungen zu den Tafeln und verkleinerte Nachbildungen von diesen enthält.

P.

**Die magnetische Untersuchung des Eisens und verwandter Metalle.** Ein Leitfaden für Hütteningenieure. Von Dr. Erich Schmidt. Mit 42 in den Text gedruckten Abbildungen. Halle a. S., Wilhelm Knapp, 1900. VI u. 145 S. Enzyklopädie der Elektrochemie Bd. 11.

Die stetigen Fortschritte im Bau der Dynamomaschinen, Elektromotoren und Transformatoren zwingen einerseits die Fabriken, das dazu verwendete Eisen nach seinen magnetischen Eigenschaften sorgfältig auszuwählen und andererseits die Hüttenwerke, die hergestellten Eisensorten auf ihr magnetisches Verhalten zu prüfen und durch Versuche festzustellen, wie sich die magnetischen Eigenschaften ihrer Erzeugnisse verbessern lassen. Der vorliegende Leitfaden des durch seine magnetischen Untersuchungen vorteilhaft bekannten Verfassers will die Hüttenleute dabei unterstützen und ihnen in kurzer und allgemein verständlicher Darstellung einen Überblick geben: über die gebräuchlichsten magnetischen Grundbegriffe, über die wichtigsten magnetischen Untersuchungsverfahren und über deren hauptsächlichste Ergebnisse, soweit sie die Beziehungen zwischen der chemischen Zusammensetzung und der mechanischen Behandlung einerseits und dem magnetischen Verhalten andererseits aufhellen. Auch für die Physiklehrer ist das Buch in mehrfacher Hinsicht von Nutzen. Die Lehre vom Magnetismus bedarf dringend einer methodischen Neugestaltung. Um sich davon zu überzeugen, schlage man irgend eins der verbreitetsten Lehrbücher der Physik auf und prüfe die Erklärung von „Magnetismus“ und die Verwendung dieses Begriffs in der Darstellung. Der vielfach empfohlene Lehrgang von Jamieson-Kollert ist in deutschen Schulen ohne gründliche Umgestaltung nicht verwendbar. Auch der erste Teil des vorliegenden Leitfadens, der die magnetischen Grundbegriffe behandelt, kann und will keinen neuen Weg zeigen; er läßt nur bequem die neuen Vorstellungen und Begriffe erkennen, deren Einführung in den Schulunterricht zu erwägen ist. Im zweiten Teile sind die verschiedenen für die Technik geeigneten magnetischen Untersuchungsverfahren, besonders die ballistischen, die elektrodynamischen und die Zugkraftmethoden ausführlich dargestellt und deren Brauchbarkeit kritisch erörtert. Sehr anzuerkennen ist, daß SCHMIDT jedesmal angiebt, wo und inwieweit man dabei die Hilfe der technischen Reichsanstalt in Anspruch nehmen soll. Bei der Vorbereitung einiger Schulversuche ist es wünschenswert, die magnetischen Eigenschaften der dabei zu benutzenden Eisenstäbe genau zu kennen, und daher streng genommen deren Bestimmung erforderlich. Da die Lehrer für die Anschaffung der Apparate kein Geld und für die Messungen weder Raum noch Zeit haben, so müssen sie jedoch auf die Anwendung einer der hier angegebenen Verfahren verzichten und sich damit begnügen, durch ganz rohe Vorversuche die Benutzbarkeit der zufällig vorhandenen Eisenstäbe festzustellen. In dem zweiten Teil ist auch ein ausgezeichnete Demonstrationsapparat, der sich aber nur zu rohen Messungen eignet, behandelt: Ewings Kurvenzeichner (*Magnetic Curve Tracer*), den SCHMIDT nach dem Vorgange von du Bois mit dem unschönen Namen „Kurvenprojektor“ bezeichnet. Nicht nur für die Hüttenleute, sondern auch für den experimentierenden Physiker ist der dritte Teil des Leitfadens sehr wertvoll, der die magnetischen Eigenschaften des Eisens und der verwandten Metalle eingehend und gründlich behandelt und die neuesten Ergebnisse in übersichtlicher und lichtvoller Darstellung zusammenfaßt. Bei dem Lesen des Leitfadens sind mir einige kleine Unebenheiten aufgefallen, die sich bei einer Neubearbeitung leicht beseitigen lassen: Auf S. 3 fehlt die Erklärung der magnetischen Kraft; auf S. 7 soll man sich das magnetische Feld in eine gewisse Zahl von Kraftlinien zerlegt denken. Der noch Unkundige weiß auf S. 8 nicht, welche Achsen des Ellipsoids oder des Stabs in die Richtung der Kraftlinien fallen müssen, und was er auf S. 14 unter dem mittleren Umfang des Eisenrings verstehen soll. In § 11 wäre der vieldeutige Ausdruck „Magnetismus“ zu beseitigen.

Hahn-Machenheimer.

**Die Grundlehren der Elektrizität und ihre moderne Verwendung.** Gemeinverständlich dargestellt von P. Gallus Wenzel, Professor und Adjunkt der Sternwarte in Kremsmünster. Mit 38 Abbildungen. Wien, Pest, Leipzig, A. Hartleben, 1899. VIII u. 102 S. Geb. 80 Kr. = 1,50 M.

Das kleine Buch zeichnet sich, wenn wir von dem Papier, dem Druck und den Abbildungen absehen, nur durch den verhältnismäßig hohen Preis aus, denn es ist ohne tiefere Sachkenntnis und ohne ausreichende Gabe der Darstellung anscheinend flüchtig zusammengestellt. Dem Wissenden bietet es weder Belehrung noch Anregung. Für Leser ohne Vorkenntnisse, die nicht selbständig Kritik an dem Gebotenen üben können, ist es geradezu schädlich.

Hahn-Machenheimer.

**Grundlinien der anorganischen Chemie.** Von Wilhelm Ostwald. Mit 122 Textfiguren. Leipzig, W. Engelmann, 1900. XIX u. 795 S. Geb. M. 16, Hfrz. M. 18.

Die Ostwaldsche anorganische Chemie ist unzweifelhaft eine bedeutsame Erscheinung der chemischen Litteratur. Das Buch sucht die Aufgabe zu lösen, den wesentlichen überkommenen Inhalt der anorganischen Chemie vom Standpunkte der besonders durch van 't Hoff und Arrhenius geschaffenen neuen Grundlagen der Chemie aus darzustellen. Dabei wurde das Verfahren ein-



geschlagen, die wichtigsten neueren Anschauungen, wie sie sich besonders aus der Thermochemie und der Iontentheorie herausgebildet haben, in den Stoff — für den im ganzen noch die historisch-bewährte systematische Anordnung beibehalten ist — an geeigneten Stellen hineinzuweben. In diesem speziellen Bestreben, die Theorien nicht einem abgeschlossenen Kapitel zu überweisen, sondern in angegebener Weise zu verwenden, begegnet sich der Verfasser mit Bestrebungen, wie sie sich in einzelnen für den Unterricht an höheren Schulen bestimmten methodischen Leitfäden der beiden letzten Dezennien gleichfalls offenbaren; und es muß der chemischen Schulmethodik eine gewisse Genugthuung gewähren, daß analoge Erscheinungen in der Hochschulmethodik, modifiziert durch den entsprechend höheren Standpunkt, wiederkehren — gleichviel ob ein direkter Einfluß vorliegt oder nicht. Übrigens soll nicht unerwähnt bleiben, daß in dieser Hinsicht auch in einzelnen für Hochschulen bestimmten Lehrbüchern Vorarbeiten vorlagen, z. B. in dem Lehrbuch von Krafft, — womit jedoch der besondere Wert der gegebenen Darstellung nicht beeinträchtigt werden soll. Die neue Richtung, die in dem Buche zum Ausdruck gebracht ist, beruht auf der engen Verknüpfung der Chemie mit der Physik. Man ist berechtigt, von einer neuen Epoche der anorganischen Chemie zu sprechen. Der Verfasser bemerkt in dieser Beziehung, daß die Chemie in demselben Maße wie sie sich aus einer beschreibenden Wissenschaft zu einer rationellen entwickelt, nun auch höhere Ansprüche an die Denk- und Abstraktionsfähigkeit ihrer Jünger stellen muß, sodaß sie sich darin mehr und mehr der Physik nähert. Jedenfalls war für die Aufgabe, die Chemie in dem neuen Lichte darzustellen, der Verfasser, der selbst so hervorragenden Anteil an der Ausbildung der neuen Theorien genommen hat, in besonderem Maße berufen. Es finden sich denn auch in dem Lehrbuche fast alle Bestandteile der älteren Chemie gleichsam umgeschmolzen, und es ist unter dem Feuer der kraftvollen neueren Ideen ein Ganzes entstanden, das das Interesse in hohem Maße fesselt. Besondere Sorgfalt ist der Entwicklung des Ionenbegriffes, der zunächst nicht als ein elektrischer, sondern als ein rein chemischer eingeführt wird, gewidmet. Daß die thermochemischen Verhältnisse bei jedem einzelnen Element eine eingehende Berücksichtigung gefunden haben, bedarf nach dem Gesagten kaum besonderer Erwähnung. — Wir haben an dieser Stelle das Buch vornehmlich vom Standpunkt des chemischen Unterrichts der höheren Schulen aus zu beurteilen; speziell für diesen Unterricht enthält es eine Fülle wertvoller Anschauungen und pädagogisch ins Schwarze treffender Ausführungen, auf die wahrscheinlich noch später in dieser Zeitschrift zurückzukommen sein wird. Erläuterungen wie die über die Massenwirkung, das chemische Gleichgewicht, die Katalyse, sind Muster didaktisch klarer Darstellung.

Im Gegensatz zu anderen Lehrbüchern der reinen Chemie, z. B. zu Nernsts Theoretischer Chemie, enthält sich das Buch aller Litteraturnachweise. Wenn das Fehlen — oder die sparsame Bemessung — derselben auch ein berechtigter Brauch der Lehrbücher im engeren Sinne ist, so hätten wir doch in dem vorliegenden Falle, gerade weil es sich um eine Neudarstellung der Chemie und fast nur um neuere Arbeiten handelt, eine Ausnahme von der Regel gern gesehen. Vollständigkeit der Nachweise wäre hierbei garnicht erstrebenswert gewesen, vielmehr hätte der Autor ein gut Teil der gerade ihm auf diesem Felde zu Gebote stehenden Kritik bei der Auswahl der Litteraturstellen passend verwenden können. Vielleicht läßt sich das in einer Neuauflage nachholen, um so besonders dem Studierenden eine willkommene Stütze zu gewähren.

Das Buch verzichtet absichtlich auf eine *speziellere* Berücksichtigung der chemischen Technologie und anderer Zweige der angewandten Chemie, deren Darstellung in den Lehrbüchern einen ziemlich großen Raum einzunehmen pflegt. Es war dies zum Teil geboten durch den Plan, die gekennzeichneten, ziemlich umfangreichen Erörterungen in möglichster Klarheit darzubieten. Es ist aber auch als ein Beleg dafür anzusehen, daß sich in der Lehrbuch-Litteratur mehr und mehr das Bedürfnis nach einer gewissen Teilung der Arbeit herausstellt. Es kann und soll ein Lehrbuch nicht mehr — wie dies noch vor wenigen Dezennien möglich war — alles enthalten, sondern eine bestimmte Tendenz muß vorwiegend ausgeprägt sein. So ist das Spezifische des Ostwaldschen Lehrbuches die Absicht, die Thatsachen der reinen Chemie neueren Stils darzulegen. Ein anderes Lehrbuch mag die experimentelle Technik sämtlicher zum Lehrgang gehöriger Versuche präziser und mit mehr illustrativem Material berücksichtigen oder die Beziehungen zu den verschiedenen Zweigen der angewandten Chemie und deren national-ökonomische Bedeutung eingehend würdigen. In dieser Beziehung bildet z. B. das weiter unten angezeigte, ausgezeichnete Lehrbuch von H. Erdmann eine willkommene Ergänzung. Ein weiteres Lehrbuch mag sich mehr von der Mineralogie und Geologie aus, in überaus lohnender Weise, aufbauen u. s. w. Eine solche bewusste Differenzierung wird sicherlich nur heilbringend und entlastend wirken und schwerfällige Universal-Lehrbücher hintanhalten.

Nur einige Einzelheiten seien erwähnt. Es ist zu bedauern, daß für die Verbindungsgewichte — der Ausdruck Atomgewichte wird wohlweislich vermieden — nur die neue Atomgewichtstabelle, mit Sauerstoff = 16, gegeben wird; gerade für didaktische Zwecke erscheint eine Tabelle mit wirk-

licher Einheit als unentbehrlich. Das Symbol für Argon ist (S. 442) mehrfach mit *Ar* wiedergegeben, während Ramsay in seinen Publikationen ein einfaches *A* angab, das übrigens auch in der Tabelle S. 149 richtig steht, dort aber irrtümlich auch für Aluminium gesetzt ist. Vermisst hat Ref. eine Bemerkung über das charakteristische Verhalten des Aluminiums hinsichtlich der Wasserzersetzung. Zur Verbrennung in Chlorgas eignet sich besser als der übliche „unechte Goldschaum“ (S. 178) das reine geschlagene Kupfer, zumal dies in viel praktischerem größeren Format zu beziehen ist, als das geschlagene Messing. Als Lösungsmittel für Kohlenstoff konnten wohl neben dem Eisen (S. 386) noch besonders Silber und Wismut erwähnt werden. In die „Berichtigungen“ haben sich von neuem ein paar Unrichtigkeiten eingeschlichen.

Die Befürchtung, die man mehrfach hegte, als das Buch litterarisch angekündigt wurde, daß nämlich der Verfasser als Gegner der Atomistik seinen speziellen Standpunkt der Energetik zu stark zum Ausdruck bringen würde, hat sich nicht im ganzen Umfange als begründet erwiesen. Vorteilhafter wäre es ja gewesen, auch mehr im Interesse der Verbreitung der neuen Lehren gelegen, wenn die Darstellung auf dem Boden der gewohnten Atomistik sich aufgebaut hätte. Immerhin ist aber der Hauptsache nach die atomistische Denkweise auch zu ihrem Rechte gekommen. Daß andererseits das Hypothetische in der Atomlehre streng betont ist, kann nur von Nutzen sein, auch in Ansehung des Unterrichts an den höheren Schulen. Überhaupt ist noch eine charakteristische, nicht zu vergessende Seite des Buches das durchgängige Bestreben, die Erscheinungen von einem höheren, philosophischen Standpunkt aus zu erfassen. Treffend ist in dieser Beziehung die Schlussbemerkung (S. 775), die der Verfasser anknüpft an die Unvollkommenheiten des periodischen Systems, spezieller an die Einseitigkeiten, die sich daraus ergeben, daß wir unter allen möglichen chemischen Vorgängen diejenigen am meisten studiert haben, die sich bei mittlerer oder wenig erhöhter Temperatur oder andererseits in wässrigen Lösungen vollziehen: „Wir kennen, um ein Bild zu brauchen, von dem großen Organismus der chemischen Thatsachen nur einen gewissen, zum Teil ziemlich willkürlich geführten Querschnitt, während der übrige Körper uns fast ganz fremd geblieben ist. Es darf uns daher nicht wundern, wenn wir die den ganzen Organismus beherrschenden Gesetze an diesem zufälligen Querschnitt noch nicht zu übersehen vermögen“ — eine Anschauung, die nur scheinbar dem großen Bestand der bereits ermittelten — und im Buche selbst zum großen Teile wiedergegebenen — Gesetze nicht gerecht wird, die vielmehr nur einem hochgewählten Standpunkt entspricht, dann aber auch gleichermaßen von der Physik gilt.

O. Ohmann.

**Lehrbuch der anorganischen Chemie** von Prof. Dr. H. Erdmann in Halle. Zweite Aufl. Mit 287 Abbild., einer Rechentafel und 6 farbigen Tafeln. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1900. XXVI u. 757 S. Geb. M. 15.

Die Vorzüge des Erdmannschen Lehrbuches wurden bereits bei Besprechung der ersten Auflage näher dargelegt (ds. Zeitschr. *XII* 117): das dort gestellte günstige Prognostikon hat sich überraschend schnell erfüllt, indem schon nach so kurzer Zeit eine Neuauflage nöthig wurde. Die neue Ausgabe zeigt mehrere bemerkenswerte Verbesserungen. Abgesehen davon, daß im ersten Kapitel über Zahl, Maß u. s. w. mit Recht einige Kürzungen stattgefunden haben, während die theoretischen Betrachtungen entsprechend erweitert wurden, sind verschiedene Ergänzungen, beispielsweise auch über das Goldschmidtsche Verfahren, hinzugefügt. Auch der Abschnitt über die neuen Gase der Atmosphäre hat noch weitere Bereicherungen erfahren; so sind die wichtigsten Daten über Neon, Krypton und Xenon hinzugekommen, vor allem noch zwei Tafeln mit den Spektren der neuen Gase, in der bei diesem Verlage üblichen vorzüglichen Ausführung. Mit dieser eingehenden Darstellung der „Edelgase“ hat sich der Verfasser unstreitig ein Verdienst erworben. Es steht zu hoffen, daß durch die dortigen exakten Versuchsbeschreibungen mancher sich veranlaßt fühlen wird, diese merkwürdigen Gase ebenfalls zu untersuchen; gerade dadurch, daß mehrere sich mit der Sache befassen, wird es möglich werden, daß der Schleier, der bis jetzt über diesen eigentümlich passiven Körpern ruht, sich eines Tages etwas lüftet — zuerst wohl beim leichter zugänglichen Argon, das sich vielleicht durch andere als bloß chemische Kräfte in eine aktive Modifikation überführen lassen wird. Daß der Entdecker der neuen Elemente, Prof. W. Ramsay, eine Revision dieses Abschnittes gelesen, erhöht seinen Wert noch besonders. — Auch der ermäßigte Preis des Buches wird dazu beitragen, ihm weitere Freunde zuzuführen.

O. Ohmann.

**Friedrich Wöhler.** Ein Jugendbildnis in Briefen an Hermann von Meyer. Herausgegeben und mit Anmerkungen versehen von Georg W. A. Kahlbaum. Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1900. 97 S., M. 2,40, geb. M. 3,40.

Das Buch ist aus Anlaß des 100. Geburtstages Wöhlers (31. Juli 1900) entstanden und stellt uns die Anfänge der wissenschaftlichen Entwicklung dieses Forschers vor Augen, ist demnach eine



wertvolle Ergänzung zu dem Lebensbild, das A. W. v. Hofmann von ihm gegeben hat. Die meisten dieser Jugendbriefe stammen aus dem Jahre 1818 und beweisen, daß der achtzehnjährige Jüngling auf dem Gymnasium zu Frankfurt noch Zeit genug fand, sich soweit in der Chemie auszubilden, daß er 1820 als „tüchtiger, gewiegter Chemiker“ die Universität beziehen konnte. Gerichtet sind sie an seinen Busenfreund H. v. Meyer, ehemaligen Paläontologen, der damals gerade in einer Glashütte vorübergehend tätig war und von Wöhler manchen Auftrag zur Besorgung besonders gearteter Glasgefäße erhielt. Das Buch zeigt in den zahlreichen Anmerkungen und Erläuterungen dieselbe wissenschaftliche Gründlichkeit, die die übrigen biographischen Publikationen Kahlbaums auszeichnet. Außerdem sind aber die Briefe selbst mit so schalkhaftem Humor geschrieben und zeugen von solchem vorbildlichen Fleiß und jugendlicher Begeisterung für die Wissenschaft, daß das Buch auch zur Anschaffung für die Schülerbibliotheken warm empfohlen werden kann. O. Ohmann.

Aus Jak. Berzelius' und Gustav Magnus' Briefwechsel in den Jahren 1828—1847. Herausgegeben von Edvard Hjelt. Braunschweig, Vieweg u. Sohn, 1900. X u. 187 S., M. 4,—.

Das Material zum vorliegenden Buche stammt aus dem reichen Schatz von Briefen, die der Schwedischen Akademie der Wissenschaften aus dem Nachlaß von J. Berzelius übermacht wurden. Bemerkenswert sind besonders die Briefe von F. Wöhler, E. Mitscherlich, H. und G. Rose, G. Magnus. Mit Letzterem, dem Professor der technologischen Chemie in Berlin, unterhielt Berzelius ein besonders inniges Freundschaftsverhältnis. Die ursprünglich schwedisch geschriebenen Briefe des Berzelius sind von den Damen H. Rosen und E. Freudenthal übersetzt. Kurze Inhaltsangaben, wie sie G. Kahlbaum in einigen seiner Briefwechsel-Veröffentlichungen so zweckmäßig giebt, fehlen leider, auch sind die erläuternden Anmerkungen nur karg bemessen. Auf den Inhalt näher einzugehen, müssen wir uns versagen; der eigentlich chemische Inhalt — z. B. über Thor und Tellur, sowie über Tierchemie — ist nicht sehr bedeutend, bei weitem nicht so wie z. B. in den Briefen Schönbeins an Berzelius (d. Ztschr. XII 249). Es überwiegt das persönliche Moment, insbesondere lernt man den bedeutenden Humor von Berzelius kennen, aber auch manches Stück Polemik, die sich besonders gegen Mitscherlich mit seinen gesellschaftlich äußerlichen Bestrebungen und gegen Liebig richtete. Im ganzen geben uns die Briefe ein treffliches Bild von den wissenschaftlichen Strömungen der damaligen Zeit. O.

Lehrbuch der anorganischen Chemie für Studierende. Von Prof. Dr. A. F. Holleman. In Gemeinschaft mit dem Verfasser bearbeitet und herausgegeben von Dr. W. Manchot. Mit zahlreichen Abbildungen und 2 Tafeln. Leipzig, Veit & Co., 1900. XII u. 440 S. In Leinwandband M. 10.

Der Verf. hat sich in diesem Lehrbuch von denselben glücklichen Gedanken leiten lassen wie in dem früher (XII 312, 1899) besprochenen Buche über organische Chemie. Die für das Verständnis unbedingt notwendigen physikalischen Anschauungen werden ausführlich entwickelt. Sie werden nicht, wie es leider oft geschieht, in ein kurzes Kapitel komprimiert und wie ein Anhängsel behandelt, sondern alles, was zum Verständnis der gerade behandelten Frage nötig ist, wird an der betreffenden Stelle ausführlich abgeleitet und im Folgenden stetig verwendet.

Schon nach den ersten 100 Seiten ist der Leser mit den physikalischen Eigenschaften der wichtigsten Nichtmetalle, den verschiedenen Methoden Dampfdichte und Molekulargewicht zu bestimmen, den Hauptgesetzen der thermischen und elektrolytischen Dissoziation und der homogenen und heterogenen Gleichgewichte bekannt. Später wird die Thermodynamik und ihre Anwendung in der Chemie behandelt. Den physikalisch-chemischen Eigenschaften der Salzlösungen, dem periodischen System, der Spektralanalyse und der Elektrochemie sind längere Kapitel gewidmet. Bei alledem kommt das rein Chemische nicht zu kurz. Überall sind die neuesten Ergebnisse der Forschung und der Praxis berücksichtigt. Die technische Verwendung und Darstellung der wichtigsten Körper wird dem Leser eingehend vorgeführt. Man kann in manchen Kleinigkeiten mit dem Verf. rechten, aber alles in allem ist das Lehrbuch ein vorzügliches, im besten Sinne modernes Werk, das man jedem ausführlicheren chemischen Unterricht zu Grunde legen kann. W. Roth.

Die Pflanzenalkaloide und ihre chemische Constitution. Von Prof. Dr. Amé Pictet. In deutscher Bearbeitung von Dr. Rich. Wolfenstein. 2. Auflage. Berlin, Julius Springer, 1900. 444 S. Gebunden M. 9.

Das Buch ist gegen die erste Auflage wesentlich vermehrt und verändert; der Begriff Pflanzenalkaloïd ist weiter gefaßt. In der ersten Auflage waren — der chemischen Systematik zu Liebe — nur diejenigen vegetabilischen Basen berücksichtigt, in deren Molekül ein Pyridinring nachgewiesen war. Diese Beschränkung hat der Verf. fallen lassen. Durch Emil Fischers glänzende Synthesen des Caffeins, Theobromins etc. ist unsere Kenntnis wichtiger Alkaloide ohne Pyridinring in der letzten

Zeit wesentlich erweitert worden. — Um das Verständnis des speziellen Teils zu erleichtern, behandelt der Verf. zu Anfang die künstlichen Pyridinderivate. In allen Teilen werden die zahlreichen neuen Entdeckungen ausführlich berücksichtigt. Es ist aber zu bedauern, daß sich der Verf. bei den Alkaloiden auf die Chemie im engsten Sinne des Wortes beschränkt und das physikalische und vor allem das so wichtige physiologische Verhalten der Alkaloide und ihren Nachweis kaum berücksichtigt hat.

W. Roth.

**Grundriß der Chemie.** Nach methodischen Grundsätzen unter Berücksichtigung gewerblicher und landwirtschaftlicher Verhältnisse zum Schulgebrauche zusammengestellt von Prof. Dr. A. Hoesaeus. 4. Auflage, bearbeitet von Prof. Dr. H. Böttger. Teil I: Anorganische Chemie (X u. 301 S.) und Teil II: Organische Chemie (86 S.). Hannover u. Leipzig, Hahnsche Buchhandlung, 1898.

Das Lehrbuch, dessen erste Auflage im Jahre 1873 erschien, ist zunächst für landwirtschaftliche und gewerbliche Fachschulen bestimmt; jedoch ist überall zu erkennen, daß der Verf. von dem richtigen Grundsätze ausging, es sei auch an derartigen Anstalten der chemische Unterricht in erster Linie der geistigen Ausbildung des Schülers und nicht praktischen Zwecken dienstbar zu machen. Die Anordnung des Stoffes entspricht im anorganischen Teile im allgemeinen dem chemischen Systeme. Den Anforderungen der neueren Methodiker genügt das Lehrbuch nur teilweise. Im ersten Kapitel, das vom Wasser, Wasserstoff und Sauerstoff handelt, treten als die ersten chemischen Vorgänge die Zerlegung des Wassers, zunächst durch Natrium, dann durch den elektrischen Strom, auf. Daran schließen sich sofort die Definitionen der Begriffe Element, Verbindung und Verbindungsgewicht. Schon vorher ist der Vollständigkeit zuliebe im Anschluß an die lösenden Wirkungen des Wassers mitgeteilt worden, daß in ihm auch Ammoniak und Salpetersäure enthalten sein können. Dies entspricht wohl nicht ganz dem im Vorwort zur 1. Auflage ausgesprochenen Grundsätze, daß der Unterricht „von dem Naheliegenden zu dem Entfernteren“ fortschreiten solle. Durchaus dem Verständnis des Anfängers ist hingegen der unmittelbar folgende Abschnitt über den Sauerstoff angepaßt; hier wird nämlich die Untersuchung über die Verkalkung der Metalle und die Analyse der Luft dem bekannten Lehrgange von Rudolf Arendt entsprechend durchgeführt. Es wäre wohl zweckmäßiger gewesen, diese Betrachtungen an den Anfang des Buches zu setzen und damit sofort eine wirkliche Einführung in die Probleme der Chemie und die Art und Weise ihrer Lösung zu geben. Im übrigen ist das Buch — sowohl im anorganischen als im organischen Teile — durch Klarheit der Darstellung ausgezeichnet. Auch sei hervorgehoben, daß dem Herausgeber dieser Auflage, der sich von grundsätzlichen Änderungen im allgemeinen ferngehalten hat, nachzurühmen ist, daß er in ausgezeichneter Weise die Fortschritte der Wissenschaft, so weit sie für ein Schulbuch in Betracht kommen, berücksichtigt hat. Desgleichen ist das getrennte Erscheinen der beiden Teile eine vorteilhafte Neuerung. Schließlich sei noch erwähnt, daß am Schlusse jedes Abschnittes zahlreiche Fragen zu Wiederholungszwecken in geschickter Weise zusammengestellt sind, sowie daß gute Holzschnitte den Wert des Buches erhöhen.

J. Schiff.

**Repetitorium der Chemie für Techniker.** Von Dr. W. Herm. Braunschweig 1900, F. Vieweg u. Sohn. XIII u. 217 S. M. 3, geb. 3,50.

Das Buch ist hervorgegangen aus der Unterrichtspraxis des Verfassers am Technikum zu Altenburg, wo es gilt, dem Techniker, d. h. dem Nichtchemiker, innerhalb eines Halbjahrs einen gedrängten Überblick über die Chemie zu geben; es ist also speziell für Studierende der Ingenieurwissenschaft, der Elektrotechnik und des Bauwesens bestimmt. Für diese ist es ein geschickt bearbeiteter, empfehlenswerter Abriss, der sich auf das anorganische Gebiet beschränkt, was übrigens im Titel des Buches nicht zum Ausdruck gelangt. Besonders die theoretischen Zusammenfassungen zeichnen sich durch Klarheit aus. Die metallurgischen Prozesse sind eingehend behandelt, jedoch die Elektrolyse nicht genügend berücksichtigt, was sich besonders beim Aluminium bemerkbar macht. Auch sonst konnten mehr die neueren Forschungsergebnisse herangezogen werden, z. B. für die Sauerstoff- und Wasserstoffverflüssigung die Daten von J. Dewar statt der überholten von Pictet und Cailletet; auch der Meyer-Seubertsche Wert 15,96 für das Atomgewicht des Sauerstoffs ist als veraltet anzusehen. Durch stärkere Verwendung von Abbildungen würde das sonst für seine Zwecke trefflich geeignete Buch noch gewinnen.

O.

**Wiederholungs- und Übungsmaterial für den Unterricht in Chemie und Mineralogie.** Mit besonderer Berücksichtigung der organischen Chemie. Von Ernst Düll, Reallehrer in München. München und Leipzig, 1900. Wissenschaftlicher Verlag von Dr. E. Wolff. X u. 155 S., geb. M. 2,80. Das Buch will eine „Aufgabensammlung“ sein, die neben dem chemischen Lehrbuch benutzt werden soll, doch enthält es keineswegs nur Aufgaben — wie etwa die mathematischen Aufgaben-



sammlungen —, sondern zerfällt im ganzen in drei Teile: Die eigentliche „Sammlung von Aufgaben zur Wiederholung und Einübung des gesamten chemischen und mineralogischen Pensums“ (S. 3—30), dann folgen „Einige Musterbeispiele für die Ausarbeitung umfassender Aufgaben (Lesestücke zur Wiederholung)“ (S. 33—54) und schliesslich ein „Repetitorium der organischen Chemie mit Übungsaufgaben“ (S. 65—152). Die Aufgaben selbst sind teils partielle Formelgleichungen, die zu ergänzen sind, teils umfangreichere Postulate und Fragen — Themata zu kleineren oder grösseren Ausarbeitungen: manche derselben, z. B. die erwähnten „Musterbeispiele“, sind thatsächlich als Aufgaben bei verschiedenen Prüfungen an höheren Schulen Bayerns gestellt worden. Den Stoff zu den Aufgaben liefern, neben den gewöhnlicheren chemischen Reaktionen, hauptsächlich die metallurgischen und sonstigen technologischen Prozesse. Die Arbeit zeichnet sich durch Klarheit und Reichhaltigkeit aus, doch erscheinen die Ziele vielfach ziemlich weitgehend, zumal in der organischen Chemie, so dass sich das Buch besonders für die eigentlichen Fachschulen brauchbar erweisen wird. Jedenfalls sei für die oberen Klassen der Oberrealschulen und Realgymnasien angelegentlich darauf hingewiesen.

O. Ohmann.

**Die Chemie im täglichen Leben.** Gemeinverständliche Vorträge von Prof. Dr. Lassar-Cohn. 4. Aufl. Mit 22 Abbildungen. Hamburg, L. Vofs. 320 S. M. 4.

Die neue Ausgabe des an dieser Stelle bereits mehrfach besprochenen Buches enthält nur geringe Änderungen. Die Einfügung einer kleineren Anzahl neuer Abbildungen ist zu vermerken, trotzdem ist die illustrative Seite die schwächste des sonst trefflichen Buches.

O.

**Experimentierbuch für den Elementarunterricht in der Naturlehre.** Mit besondrer Berücksichtigung der Bedürfnisse der österreichischen Bürgerschulen. Von Dr. K. Rosenberg. III. Teil, mit 97 Fig. Wien 1900, A. Hölder. 119 S.

Der vorliegende dritte Teil des in dieser Zeitschrift (XII 51, XIII 53) bereits günstig besprochenen Experimentierbuches enthält die „Versuche für die dritte Bürgerschulklasse“ und behandelt die noch fehlenden Kapitel der einzelnen physikalischen Disziplinen, z. B. in der Elektrizitätslehre den Elektromagnetismus und die Induktion, in der Akustik den Kehlkopf und das Ohr, in der Optik u. a. das Auge, Mikroskop, Fernrohr und die Photographie, in der Chemie hauptsächlich organische Körper. Ein Anhang enthält noch Anweisungen zur Projektionskunst und Nachträge zum I. und 2. Teil des Buches. Auch dieser dritte Teil ist mit gleicher Sorgfalt wie die vorangegangenen bearbeitet, er enthält trotz seiner Knappheit eine stattliche Anzahl z. T. ganz origineller, fast stets sich durch Einfachheit auszeichnender Versuche. Vielfach sind auch Versuche aus dieser Zeitschrift im Auszuge wiedergegeben. Das Buch ist angelegentlich zu empfehlen.

O.

### Die neuen Tabellen der Atomgewichte.

Infolge mehrfachen Widerspruchs gegen die neue „Atomgewichtstabelle für die Zwecke der praktischen Chemie“ (vgl. d. Zeitschr. XII 186) war von Seiten der Deutschen Chemischen Gesellschaft (vgl. Ber. 33 S. 1877) an die bedeutendsten Chemiker aller Länder eine Umfrage ergangen, welcher der beiden Atomgewichtstabellen,  $O=16$  oder  $H=1$ , der Vorzug zu geben sei. Manche gewichtige Stimme hatte sich für die bisher gültige Tabelle ( $H=1$ ) als die allein rationelle erklärt, dennoch hat sich im ganzen eine „bedeutende Mehrheit“ für die andere Tabelle ergeben, für die sich inzwischen auch der internationale Congrés für angewandte Chemie in Paris entschieden hatte.

Der erwähnte Widerspruch, der besonders von der Erwägung ausging, welche didaktischen Schwierigkeiten ein Abgehen von der Einheit des Wasserstoffs mit sich bringe (vgl. auch diese Zeitschr. XIII 180), hat nun zum Glück dahin geführt, dass die Atomgewichts-Commission sich zur Herausgabe einer zweiten Tabelle entschlossen hat. Sie hat die Werte der bisherigen Tabelle der „Internationalen Atomgewichte“ (Sauerstoff = 16) unter Zugrundelegung des Verhältnisses 16 : 15,88 reduciert und nennt die umgerechneten, auf  $H=1$  bezogenen Werte „Didaktische Atomgewichte“.

Allerdings sind nun zwei Tabellen vorhanden, zwei Werte für jedes Element. Für gewisse Fälle, z. B. bei Normallösungen, ist es unerlässlich zu wissen, welche der beiden Tabellen bei der Bereitung als Grundlage diene. Es wird nun empfohlen, in solchen Fällen die Tabelle I (Internat. Atomg.) stillschweigend als Norm vorauszusetzen und nur wenn nach Tabelle II gearbeitet wurde, dies ausdrücklich anzugeben. Für gewichtsanalytische Zwecke, auch für die Mafsanalyse, können beide

Tabellen ohne Unterschied benutzt werden. Für alle andern Fälle, insbesondere für alle physikalisch-chemischen Constanten sollen dagegen ausschliesslich und stillschweigend die „Internationalen Atomgewichte“ dienen.

		Tabelle I Internationale Atom- gewichte $O = 16$ ( $H = 1,008$ )	Tabelle II Didaktische Atom- gewichte $H = 1$ ( $O = 15,88$ )			Tabelle I Internationale Atom- gewichte $O = 16$ ( $H = 1,008$ )	Tabelle II Didaktische Atom- gewichte $H = 1$ ( $O = 15,88$ )
Aluminium	Al	27.1	26.9	Neon	Ne	20	19.9
Antimon	Sb	120	119.1	Nickel	Ni	58.7	58.3
Argon	A	39.9	39.6	Niobium	Nb	94	93.3
Arsen	As	75.0	74.4	Osmium	Os	191	189.6
Baryum	Ba	137.4	136.4	Palladium	Pd	106	105.2
Beryllium	Be	9.1	9.03	Phosphor	P	31.0	30.77
Blei	Pb	206.9	205.35	Platin	Pt	194.8	193.3
Bor	B	11	10.9	Praseodym	Pr	140.5	139.4
Brom	Br	79.96	79.36	Quecksilber	Hg	200.3	198.8
Cadmium	Cd	112.4	111.6	Rhodium	Rh	103.0	102.2
Caesium	Cs	133	132	Rubidium	Rb	85.4	84.76
Calcium	Ca	40	39.7	Ruthenium	Ru	101.7	100.9
Cerium	Ce	140	139	Samarium	Sa	150	148.9
Chlor	Cl	35.45	35.18	<b>Sauerstoff</b>	<b>O</b>	<b>16.00</b>	<b>15.88</b>
Chrom	Cr	52.1	51.7	Scandium	Sc	44.1	43.8
Eisen	Fe	56.0	55.6	Schwefel	S	32.06	31.83
Erbium	Er	166	164.8	Selen	Se	79.1	78.5
Fluor	F	19	18.9	Silber	Ag	107.93	107.12
Gadolinium	Gd	156	155	Silicium	Si	28.4	28.2
Gallium	Ga	70	69.5	Stickstoff	N	14.04	13.93
Germanium	Ge	72	71.5	Strontium	Sr	87.6	86.94
Gold	Au	197.2	195.7	Tantal	Ta	183	181.6
Helium	He	4	4	Tellur	Te	127	126
Indium	In	114	113.1	Thallium	Tl	204.1	202.6
Iridium	Ir	193.0	191.5	Thorium	Th	232.5	230.8
Jod	J	126.85	125.90	Thulium	Tu	171	170
Kalium	K	39.15	38.86	Titan	Ti	48.1	47.7
Kobalt	Co	59.0	58.56	Uran	U	239.5	237.7
Kohlenstoff	C	12.00	11.91	Vanadin	V	51.2	50.8
Krypton	Kr	81.8	81.2	<b>Wasserstoff</b>	<b>H</b>	<b>1.01</b>	<b>1.00</b>
Kupfer	Cu	63.6	63.1	Wismuth	Bi	208.5	206.9
Lanthan	La	138	137	Wolfram	W	184	182.6
Lithium	Li	7.03	6.98	Xenon	X	128	127
Magnesium	Mg	24.36	24.18	Ytterbium	Yb	173	172
Mangan	Mn	55.0	54.6	Yttrium	Y	89	88.3
Molybdän	Mo	96.0	95.3	Zink	Zn	65.4	64.9
Natrium	Na	23.05	22.88	Zinn	Sn	118.5	117.6
Neodym	Nd	143.6	142.5	Zirconium	Zr	90.7	90.0



Für die Zwecke des chemischen Unterrichts der höheren Schulen wird man unzweifelhaft der Tabelle II, der Tabelle mit wirklicher Einheit, den Vorzug geben und sie als alleinige benutzen, auch für stöchiometrische Berechnungen (wenn auch die Werte ein wenig unbequemer sind), und wird — etwa in Leitfäden — die Werte der ersten Tabelle, die ausdrücklich für die Zwecke der praktischen Chemie bestimmt sind, zweckmässig nur am Schlufs, anhangsweise, mitteilen. O.

## Versammlungen und Vereine.

### 72. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Aachen

16. bis 22. September 1900. Schluss.

#### Abteilung für Physik.

1. Sitzung am 17. September 1900. Herr L. GRUNMACH (Charlottenburg) über „experimentelle Bestimmung von Kapillarconstanten nach der Oberflächenwellen-Methode“. Kapillarwellen auf einer Flüssigkeitsoberfläche werden erhalten, wenn man nach Matthiessen eine Stimmgabel von hoher Schwingungszahl, deren Zinken mit feinen Spitzen versehen sind, mit diesen 1—2 mm tief in eine Flüssigkeit eintaucht und sie zum Tönen bringt. Es entstehen so zwei Systeme fortschreitender Kreiswellen, deren Interferenzerscheinungen sich als stehende Wellen mit Knoten und Bäuchen auf der Oberfläche gut beobachten lassen. Für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit dieser Wellen gilt die Gleichung  $v^2 = 2\pi/\lambda \cdot \alpha/\sigma$ , wenn  $\alpha$  die Oberflächenspannung,  $\sigma$  die Dichte der Flüssigkeit bedeutet. Durch Beobachtung mit einem Mikrometernikroskop gelang es dem Vortragenden, diese Erscheinungen zur Messung von  $\alpha$  zu benutzen, und zwar nicht blofs bei geschmolzenen und schmelzenden Metallen, sondern auch bei condensierten Gasen, nämlich bei flüssigem Schwefeldioxyd, Pictetscher Flüssigkeit, flüssigem Ammoniak und flüssigem Chlor. Bei den ersten dreien wurde durch die Versuche die Richtigkeit der von Eötvös aufgestellten Gleichung für den Zusammenhang zwischen Oberflächenspannung und Molekulargewicht erwiesen. Für Chlor sollen noch weitere Versuche gemacht werden. — Herr REINGANUM (Leyden) sprach über „die Theorie der Zustandsgleichung und der inneren Reibung der Gase“. Er kommt auf Grund Boltzmannscher und Lorentzscher Aufstellungen zu dem Resultat, dafs die Molekularkräfte wesentlich elektrische Wirkungen der Elektronen seien. — Die Herren F. RICHARZ und O. KRIGAR-MENZEL machten Bemerkungen zu einer Kritik von C. V. Boys über ihre Bestimmung der Gravitationsconstante. Nach Zurückweisung der Haupteinwendungen von Boys wird hervorgehoben, dafs die noch bestehenden Unterschiede in den neueren Bestimmungen von magnetischen Einwirkungen herühren könnten, zumal bei den Versuchen von Poynting (5,493) und Richarz-Krigar-M. (5,505) die anziehenden Massen vertikal, bei denen von Boys und von P. Braun (5,527) und von Wilsing (5,577) neben einander angeordnet gewesen seien. — Herr F. RICHARZ: „Über Temperaturunterschiede in auf- und absteigenden Luftströmen“. Der Vortragende hat durch Herrn stud. Löwenherz folgenden Versuch anstellen lassen. In einem aus Blechröhren von 1 cm Durchmesser gebildeten vertikal gestellten viereckigen Röhrensystem von 1,21 m Höhe wurde durch einen Ventilator ein zirkulierender Luftstrom erzeugt und die Temperatur mit einem Bolometer gemessen. Die Mittelwerte der beobachteten Temperaturen stimmten bis auf wenige Procente mit dem theoretisch berechneten von 0,0118° C. überein. Ein solcher Zustand des convektiven Gleichgewichts kann, wie in der Diskussion hervorgehoben wurde, nur entstehen und bestehen, wenn auf- und niedersteigende Ströme vorhanden sind, aber nicht in ruhender Luft.

2. Sitzung am 18. September 1900, Vorm. Herr W. WIEN (Würzburg) sprach über „Die Temperatur und Entropie der Strahlung“. Es handelt sich hier wesentlich um Bemühungen, für die Verteilung der Energie im Spektrum des sogen. schwarzen Körpers eine einwandfreie Formel zu finden. Wien stützt sich dabei auf zwei Hypothesen, nämlich dafs in einem strahlenden Gase jedes Molekül nur Strahlen einer einzigen Wellenlänge aussendet, die wiederum nur von der Geschwindigkeit des Moleküls abhängt; und dafs die Intensität der Strahlung zwischen zwei benachbarten Wellenlängen proportional der Zahl der Moleküle ist, welche Schwingungen des betreffenden Intervalls aussenden. Hieraus ergibt sich eine noch viel umstrittene Formel, der zufolge jene Energie proportional mit  $\lambda^{-5}$  sein würde. — Herr SOMMERFELD (Aachen): „Über die Beugung der Röntgenstrahlen unter der Annahme von Ätherstößen“. Unter Ätherstößen oder Impulsen sind hier elektromagnetische Erregungen des Äthers zu verstehen, die plötzlich entstehen und kurze Zeit darauf plötzlich wieder verschwinden. Solche von den Kathodenteilchen hervorgerufenen Impulse lassen

sich als die Ursache der Röntgenstrahlung ansehen, und es läßt sich unter dieser Voraussetzung auf Grund der Maxwell'schen Gleichungen eine Beugungstheorie der Impulse entwickeln. Hierbei ergibt sich für die Beugung an einer Halbebene, daß die Beugung mit der Impulsbreite zunimmt, während bei unendlich kleiner Impulsbreite die Schattengrenze absolut scharf wird. — Herr WIND (Groningen) sprach nach Versuchen von ihm und Haga über „Die Beugung von Röntgenstrahlen“. Er hält durch diese Versuche den Nachweis für erbracht, daß die Röntgenstrahlen als Wellenbewegung im Äther aufzufassen seien und daß für die Wellenlänge in roher Annäherung Werte von  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{100} \mu\mu$  anzunehmen seien. Das Beugungsbild sei kein eigentliches aus Linien oder Banden zusammengesetztes Spektrum, sondern eine Energiekurve der Strahlung mit mehr oder minder ausgeprägten Maximis. Die Resultate stimmen mit den von Herrn Sommerfeld auf theoretischem Wege gewonnenen überein.

3. Sitzung am 18. September 1900, Nachm. Herr G. MIE (Karlsruhe) berichtete über „Ein neues Experiment betreffend Bewegungen des Äthers“. Obwohl nach den bisherigen Versuchen die Körpermoleküle für den Äther so gut wie vollkommen durchlässig sind, dürfe man doch nicht schließen, daß der Äther überhaupt starr und unbeweglich sei. Der Vortragende hat die im Äther möglichen Strömungen berechnet für den Fall eines statischen Feldes, wo magnetische und elektrische Feldstärke überall ein Potential haben. Diese Bewegung des Äthers müßte ihrerseits induzierte elektrische und magnetische Kräfte hervorrufen. Durch einen vorläufigen Versuch mit einem sehr dünnen Neusilberdraht fand Mie nur eine Spur einer Wirkung und schloß daraus, daß, wenn der Äther nicht starr sei, seine Massendichte mehr als  $10^{-9}$  betragen müßte. — Herr W. VOIGT (Göttingen) sprach über „den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse der Krystall-elastizität“. — Herr E. PRINGSHEIM sprach nach gemeinsam mit O. Lummer ausgeführten Versuchen: „Über die Gesetze der schwarzen Strahlung“. Das Stefansche Strahlungsgesetz, wonach die Gesamtenergie der Strahlung bei einer bestimmten absoluten Temperatur  $T$  mit  $T^4$  proportional sei, werde durch die Erfahrung bestätigt. Ebenso seien die beiden aus dem Wienschen Verschiebungsgesetz folgenden Gleichungen bestätigt, wonach die Wellenlänge, für die das Energiemaximum eintritt, mit  $T^{-1}$ , dagegen das Energiemaximum selbst mit  $T^5$  proportional sei. Dagegen sei die neuerdings von Wien aufgestellte Gleichung für die Form der Energiekurve durch seine und Lummers Versuche nicht bestätigt. Die von Thiesen, Rayleigh, Lummer und Jahnke aufgestellten Formeln seien nur empirisch, für praktische Zwecke könne die erste von diesen genügen, bis eine einwandfrei abgeleitete und mit den Versuchen im Einklang stehende theoretische Spektralformel gefunden sei. — Herr J. DRECKER (Aachen) gab ein Referat über „direkte Farbenphotographie“. Er legte dar, daß die Zenkersche Theorie durch die Versuche von Lippmann und Neuhaufs eine glänzende Bestätigung gefunden habe, und auch die bisher noch unvollkommene Übereinstimmung der Farben mit den Belichtungsfarben sei jetzt erreicht, nachdem Wiener die Ursache der Nichtübereinstimmung in dem Einfluß der Oberflächenreflexion erkannt und Neuhaufs diesen Einfluss durch Aufkittung eines Glasprismas auf die farbenempfindliche Schicht beseitigt habe. — Herr G. MEYER (Freiburg i. B.): „Über die Photographie der ultraroten Strahlen“. Ein Verfahren hierzu ist bereits von Burbank im Phil. Mag. vor 22 Jahren angegeben worden und wird von dem Vortragenden ausführlich beschrieben; es beruht darauf, daß käufliche Bromsilbergelatine-Trockenplatten durch Baden in einer Farbstofflösung für ultrarot empfindlich gemacht werden. Beim Photographieren des ultraroten Sonnenspektrums mittelst eines Gitters muß man ein Strahlenfilter (Rubinglas) einschalten, um das Übereinanderfallen der Spektren verschiedener Ordnung zu verhüten. Auch Solarisation infolge von diffuser Nebenbelichtung muß vermieden werden. Man erhält so Negative bis etwa 920  $\mu\mu$  und kann durch besondere Kunstgriffe, unter Benutzung der Solarisation bis über 1200  $\mu\mu$  gelangen. — Herr LILIENSTEIN (Nauheim) sprach über die Anwendung der Loch-camera bei Röntgen- und Becquerelstrahlen.

4. Sitzung am 20. September 1900. Herr LORENTZ (Leyden) sprach über „Die scheinbare Masse der Ionen“. Aus den Beobachtungen Lenards über Kathodenstrahlen hat sich das Verhältnis der Ladung  $e$  eines Ions und seiner Masse  $m$  ableiten lassen. Diese Masse ist zunächst eine scheinbare, insofern das Ion vermöge seiner Bewegung eine gewisse Energie im Äther hervorbringt. Die Frage ob diese Masse eine wirkliche ist, hängt mit der letzten Frage nach der Natur der ponderablen Materie, des Äthers und der Elektrizität zusammen. Der Wert jener scheinbaren Masse ist nicht constant, sondern abhängig von dem Verhältnis  $q$  zwischen der Geschwindigkeit des Ions zur Lichtgeschwindigkeit gemäß der Formel  $m = m_0 (1 + \frac{6}{5} q^2)$ . Es kommt darauf an Versuche anzustellen, bei denen die magnetische Ablenkbarkeit bei verschiedener Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen gemessen wird. — Die Herren DE HEEN und DWELSHAUWERS-DERY (Lüttich) berichteten darauf über „Eine neue Art elektrischer Wellen und die Absorption derselben durch Flüssigkeiten“.



Die Wellen werden dadurch erzeugt, daß man den einen Pol eines größeren Induktors mit einem an Seidenfäden hängenden Drahtnetz leitend verbindet; wird der Induktor mit Wehnelts Unterbrecher betrieben, so entstehen Wellen, die in ziemlicher Entfernung eine Geißlersche Röhre zum Leuchten bringen. Die Durchlässigkeit von Flüssigkeiten wurde berechnet bei der größten Entfernung, in der das Leuchten noch sichtbar war; durchlässig waren Äthyläther, Petroleum, Benzin, Xylen, Buttersäure, Baldiansäure, ganz undurchlässig dagegen Wasser, Äthyl- und Amylalkohol, Aldehyd, Schwefelkohlenstoff, Äthylbromid. Ein Zusammenhang mit der chemischen Constitution war nicht erkennbar. — Dieselben berichteten ferner über „Die Wirkung der Ätherstöße auf die Verteilung der elektrischen Ladung eines Isolators“. Die Wirkung von elektrischen Strahlenbüscheln, von X-Strahlen und Wärmestralen zeigt sich übereinstimmend in einer Abstoßung, die von Ätherstößen herzuführen scheint. — Herr E. WARBURG (Berlin) sprach über „Magnetische Hysteresis“, worüber an anderer Stelle berichtet wird. — Herr E. LECHER (Prag) sprach über „unipolare Induktion und den Pohlschen Versuch“. Er wendete sich gegen die übliche Fassung des Biot-Savartschen Elementargesetzes, wonach ein Pol um einen linearen Leiter längs dessen Kraftlinien rotieren müsse. Dies sei eine Vermengung von älteren und neueren Vorstellungen. Bei der Darstellung des hierzu gehörigen Pohlschen Versuchs in den Lehrbüchern sei die Wirkung der vom Pole weit entfernten seitlichen Stromzuleitungen unzulässigerweise vernachlässigt; in diesen müsse vielmehr nach Faraday ganz allein die Bewegungsursache gesucht werden, während die Wirkung des den Polen am nächsten gelegenen zentralen Leiterteils = Null sei. — Herr COHEN (Amsterdam) sprach über „Die Unbrauchbarkeit des Weston-Cadmium-Elements“ als Normale der elektromotorischen Kraft. Da indessen das Element bei 18° nur eine Abweichung von 0,4 Millivolt, also  $\frac{1}{2}$  pro Mille zeigt, so ist es nach Herrn Warburgs Ansicht in der Nähe von 18° in den meisten Fällen wohl praktisch brauchbar. — Herr W. WIEN sprach über die „Erzeugung und Messung von Sinusströmen“. Zur Herstellung reiner elektrischer Sinusschwingungen hat der Vortragende eine Wechselstromsirene konstruiert, bei der eine mit kreisförmig angeordneten Eisenstückchen besetzte Holz- oder Messingscheibe sich zwischen den Polen eines Elektromagneten dreht. Die erzeugten Wechselstromschwingungen werden durch elektrische Resonanz verstärkt und von Oberströmen gereinigt.

5. Sitzung am 20. September 1900, Nachm. Herr KLINGELFUSS (Basel) führte einen neuen von ihm konstruierten Funkentransformator vor. Es gelang ihm durch die Art der Wickelung vollkommene Proportionalität zwischen Funkenlänge und Windungszahl zu erzielen. Die Spannung des Extrastromes, der durch Entladung der in den Condensator gegangenen Elektrizitätsmengen erzeugt wird, sei für die Funkentransformatoren die eigentliche primäre Spannung, während der zur Hervorufung dieses Selbstinduktionsstroms erforderliche primäre Strom besser als Erregerstrom bezeichnet werde. Man könne unter Beachtung dieses Umstandes gleiche Spannungen für verschiedene Funkenlängen, und verschiedene Spannungen für gleiche Funkenlängen haben. Die Schichtungen, die beim Abblasen des Funkens sichtbar werden, sind als durch das Magnetfeld gedämpfte Oszillationen zu betrachten. — Herr BENISCHKE (Berlin) erklärte einige neuere Meßinstrumente für Wechselströme. — Herr E. MARX (Leipzig) berichtete über Halleffekte in Flammgasen, im Anschluss an die Veröffentlichung in den *Ann. de Phys.* 1900 Bd. II. — Herr WIND führte eine optische Täuschung bei Beugungserscheinungen vor (vgl. *Physik. Zeitschr.* II No. 10), wodurch eine Reihe von Beobachtungen über Beugung von Röntgenstrahlen hinfällig wird.

#### Abteilungen für angewandte Mathematik und Physik, für Chemie, für Meteorologie.

Wir müssen uns hier mit der Aufzählung der für unsere Leser interessantesten Gegenstände begnügen und verweisen belufts näherer Information auf das Jahrbuch der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte.

Angewandte Mathematik und Physik: C. LINDE (München) über die Bedeutung des Cosinuspensels für die Konstruktion des Centrifugalregulatoren. — SOMMERFELD (Aachen) über neuere Untersuchungen zur Hydraulik. — RASCH (Aachen) über die Dynamomaschinen der Pariser Weltausstellung. — ARNDT (Aachen) über laufende Controlle der Industriefeuerungen. — HEUSER (Aachen) über bakteriologische Reinigung städtischer Abwässer. — JUNKERS (Aachen) über das Junkerssche Kalorimeter und über Versuche zur genauen Messung des Dampfverbrauchs von Dampfmaschinen in wenigen Minuten. — SCHWETH (Aachen) über die Erweiterung des Anwendungsgebietes des Rechenschiebers durch Hinzufügung einer neuen Skale für das Potenzieren und Radizieren.

Abteilung für Chemie: MÖHLAU (Dresden) zur Charakteristik der Oxy- und Amidoazokörper. — A. v. BAEYER (München) über Derivate des Wasserstoffsperoxyds. — JOLLES (Wien)

über die Oxydation der Hippursäure zu Harnstoff. — LOBRY DE BRUYN (Amsterdam): Übersicht über die Resultate eines vergleichenden Studiums der drei Dinitrobenzole. — HARRIES (Berlin): Überführung von Pyrrol in Succindialdehydtetramethylacetal. — W. TRAUBE (Berlin): Der Aufbau von Xanthinbasen und Harnsäure aus der Cyanessigsäure. — BREDT (Aachen): Aufspaltung und Umlagerung des Camphoceanringes. — HUNDHAUSEN (Zürich): Ein Beitrag zur Stereochemie. — ABEGG (Breslau) über das Ammoniak und seine Complexe. — BODLÄNDER (Braunschweig) über das Gleichgewicht zwischen Cupro- und Cüpriverbindungen. — G. BREDIG (Leipzig) über die fermentativen Eigenschaften des Platins und anderer Metalle. — W. LOSSEN (Königsberg) über Addition von Brom an Acetylendicarbonsäure.

Abteilung für Meteorologie: GÜNTHER (München) über Leopold von Buch als Meteorologen. — v. NEUMAYER (Hamburg) über die Einrichtung eines landwirtschaftlichen Prognosendienstes. — PERNTER (Wien) über die Polarisation in trüben Medien mit besonderer Rücksicht auf die Meteorologie. — PENCK (Wien) über das Klima der Eiszeit. — SPRUNG (Potsdam) über einige mit dem photogrammetrischen Wolkenautomaten erzielte Ergebnisse. — POLIS (Aachen) über einige klimatische Eigentümlichkeiten des Hohen Venns. — v. NEUMAYER über die neuesten erdmagnetischen Messungen in den Polarregionen. — KREBS (Barr i. E.) über Entwicklungshemmungen an Blüten durch Nachfröste. — SIEBERG über Beobachtung von Sonnenringen am meteorol. Observatorium zu Aachen. — ARCROWSKI (Lüttich) über die physische Geographie der antarktischen Region. — s —.

#### IV. Ferienkursus für Lehrer höherer Schulen zu Frankfurt a. M.

Vom 1. bis 13. Oktober 1900.

An dem Ferienkursus nahmen 40 Herren, auch aus den östlichen Provinzen der Monarchie, teil; die Leitung lag wiederum in den Händen des Direktors Dr. Bode.

Herr Dr. DÉGUISNE hielt eine Vorlesung über die Theorie der Wechselströme (14 st.). Er wies auf die Abweichungen hin, die sich für das Ohmsche und Kirchhoffsche Gesetz, sowie bei der Widerstandsmessung ergeben, wenn man nicht Gleichstrom, sondern Wechselstrom verwendet. Der Begriff der Selbstinduktion wurde erläutert und der Selbstinduktionskoeffizient einer Spule aus einer Reihe von Versuchen abgeleitet. Eingehender behandelt wurde darauf der Effekt von Wechselströmen und die Ursachen seiner erheblichen Vergrößerung im Vergleich mit dem Gleichstrom, ferner die Theorie der Transformatoren, endlich die Konstruktion und Wirkungsweise der Wechselstrommotoren.

Herr Dr. SIMON behandelte in 10 Stunden die folgenden Gegenstände: 1. Die Entwicklung der Induktionsapparate und Stromunterbrecher; von letzteren wurden der Turbinenunterbrecher für höhere und der Grimsehsche Zungenunterbrecher für niedere Spannungen als besonders empfehlenswert vorgeführt. — 2. Lichtelektrische Erscheinungen und Ionenleitung in Gasen; in zahlreichen Versuchen wurden die hierher gehörigen Erscheinungen vorgeführt und zugleich ihre theoretische Bedeutung dargelegt. — 3. Strahlende Energie und ihre Gesetze; hier wurden die neueren Forschungen über die Strahlung des schwarzen Körpers und die Beziehungen der Strahlungsgesetze zur Beleuchtungstechnik erörtert. — 4. Neue Versuche wurden mit Simons sprechender Bogenlampe, ferner über Rotation eines elektrischen Funkenstroms um einen Magnetpol und über die objektive Darstellung der Linear- und Cirkularpolarisation angestellt.

Herr Prof. FREUND sprach (6 st.) über neue chemisch-physikalische Theorien sowie neue chemische Elemente. Hier kamen die Theorie des osmotischen Druckes und die neuere Theorie der galvanischen Ketten zur Erörterung, ferner wurden Argon und Helium behandelt und das Goldschmidtsche Reduktionsverfahren vorgeführt.

Herr Ingenieur E. Hartmann sprach über die Konstruktionsprinzipien der verschiedenen elektrischen Meßinstrumente.

Herr Prof. Dr. LE BLANC machte (2 st.) weitere Mitteilungen zur Theorie der galvanischen Ströme und der Ionen. Er behandelte insbesondere die Erscheinungen der elektrischen Endosmose und demonstrierte den Einfluss der Bildungsgeschwindigkeit der Ionen auf die elektromotorische Kraft galvanischer Elemente.

Unter der Leitung des Herrn Dr. Déguisne und von vier Assistenten wurden an 6 Tagen dreistündige praktische Übungen aus der Elektrotechnik vorgenommen, an denen sich jedoch wegen Raummangels nur die Hälfte der zu dem Kursus anwesenden Herren beteiligen konnte. Es wurden vorgenommen: Aichung von Amperemetern, nebst Aufstellung der Aichkurven, Aichung von Voltmetern, Widerstandsmessungen, ferner die an die Vorlesung über Wechselströme anknüpfenden Messungen, insbesondere auch Wattmeteraichungen.



Von technischen Etablissements wurden die Gold- und Silberscheideanstalt, das Kohlensäurewerk Rödelheim, die elektrotechnische Fabrik von Hartmann und Braun, das städtische Elektrizitätswerk, die Farbwerke in Höchst, das Kupferwerk Heddenheim und die Fabrik elektrischer Maschinen von Lahmeyer besichtigt. Ausflüge wurden nach Cronberg im Taunus, nach der Bergstraße, und zur Grundsteinlegung des Limes-Museums auf der Saalburg bei Homburg unternommen. P.

### X. Naturwissenschaftlicher Ferienkursus in Berlin

vom 3. bis 13. Oktober 1900.

Zu dem Ferienkursus, der unter Leitung des Herrn Prov.-Schulrat Dr. Vogel und Direktor Dr. Schwalbe stand, waren 44 Herren aus fast allen Provinzen einberufen. Der Kursus wurde durch Herrn Dir. Dr. Schwalbe mit einem Rückblick auf die Entwicklung der Ferienkurse eröffnet. Es wurden folgende Vorträge gehalten (vgl. d. Zeitschr. XIII 302):

Herr Prof. Dr. RUBENS über die Wirkung des Lichts und anderer Strahlenarten auf elektrische Entladungen. Der Vortragende führte den grundlegenden Versuch von Hertz über den Einfluss des ultravioletten Lichts auf die Funkenentladung vor, darauf die entladende Wirkung von Kathodenstrahlen, Röntgenstrahlen und Becquerelstrahlen, welche letzteren sich im Gegensatz zu dem ultravioletten Licht gegen positive wie negative Ladungen gleich wirksam erweisen. Nach Lenard beruht dies abweichende Verhalten des ultravioletten Lichts darauf, dass dieses sowohl eine Ionisierung der Luft als auch die Aussendung von Kathodenstrahlen durch negativ geladene oder unelektrische Leiter bewirkt. Der erste Umstand hat die Entladung sowohl positiver wie negativer Elektrizität zur Folge, während der zweite nur die negative Entladung herbeiführt.

Herr Prof. Dr. VAN 'tHOFF über die Stassfurter Salzvorkommnisse vom physikalisch-chemischen Standpunkte. Das Problem der Salzlagerbildung wurde auf die allgemeinen Gesetze des Auskrystallisierens komplexer Lösungen zurückgeführt, und an der Hand graphischer Darstellungen der „Krystallisationsgang bei constanter Temperatur“ untersucht: 1. für zwei gelöste Körper, die chemisch nicht auf einander wirken (wie Chlorkalium und Chlornatrium), 2. für zwei Körper, die teilweise auf einander wirken, so dass Doppelsalzbildung eintreten kann (Magnesium- und Kaliumsulfat), 3. für zwei Körper, die durch doppelten Austausch auf einander wirken (wie Chlorkalium und Magnesiumsulfat). Um für den letzten kompliziertesten Fall die qualitativen und quantitativen Voraussetzungen des erhaltenen Schemas zu prüfen, wurde eine Lösung von molekularen Mengen  $K_2SO_4$  (174,3 g) und  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  (203,4 g) langsam bei 25° C. eingeengt. Die Durchführung des Versuchs ergab befriedigenden Anschluss an die Thatsachen. Die Betrachtung wurde sodann weitergeführt unter Mitberücksichtigung der Gegenwart von Chlornatrium und zuletzt auch der bei 25° auftretenden Calciumsalze (Gyps, Halbhydrat [ $CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$ , ein Zwischenprodukt zwischen Gyps und Anhydrit], Glaubersalz, Syngenit, Tachhydrit). Schliesslich wurde untersucht, inwieweit erhöhter Druck und besonders erhöhte Temperatur diese Verhältnisse beeinflussen können, und die Resultate der vorherigen Betrachtungen auf die wirklichen Naturvorkommnisse angewandt.

Herr Prof. Dr. WARBURG, über magnetische Hysterese. Hierüber wird an anderer Stelle der Zeitschr. ausführlich berichtet werden.

Herr Dr. SPIES führte Versuche mit flüssiger Luft vor. Es wurde gezeigt: die Reinigung der durch beigemengte feste Kohlensäure getrüben flüssigen Luft durch Filtrieren, das Absorptionsspektrum der flüssigen Luft, die Anziehung der flüssigen Luft durch einen Elektromagneten, ihr Sauerstoffreichtum und die Anwendbarkeit zur Herstellung explosibler Gemische, der Einfluss der tiefen Temperatur auf die Elastizität von Gummi, Blei u. s. w., endlich die Phosphoreszenz stark abgekühlter Körper. Eingehend behandelte der Vortragende darauf die Frage nach dem Grunde des verschiedenen Verhaltens von flüssiger Luft und flüssiger Kohlensäure an der freien Luft unter Betrachtung der Kurven für die Spannkraft des Dampfes über der flüssigen wie über der festen Substanz, und für die Abhängigkeit des Schmelzpunktes vom Druck. (Hierzu vgl. man die Zeitschrift Himmel und Erde 1897, S. 481.)

Herr G.-R. Prof. Dr. von BEZOLD über Erdmagnetismus. Nach einer historischen Übersicht wies der Vortragende darauf hin, dass zur Gewinnung eines tieferen Einblicks nicht die für die Schifffahrt wichtigen Isogonenkarten, sondern die Karten der magnetischen Meridiane, d. h. der in die Erdoberfläche fallenden magnetischen Kraftlinien, und der dazu senkrechten Niveaulinien geeignet seien. Er setzte darauf die Grundzüge der Gaußschen Theorie des Erdmagnetismus auseinander und ging dann auf die Frage nach dem Sitz des Erdmagnetismus näher ein. Er zeigte, dass der hierauf bezügliche Gedankengang von Gauß sich unter gewissen vereinfachenden Voraussetzungen auch elementar darstellen lässt, und entwickelte insbesondere, dass sich die Wirkung einer dementsprechend

magnetisierten Kugel durch ein System von galvanischen Strömen ersetzen läßt, die die Erde unterhalb der Oberfläche von West nach Ost umkreisen; diese Ströme brauchen nur sehr geringe Intensität zu haben, während permanent magnetische Massen ganz außerordentlich starken Magnetismus haben müßten, um die beobachteten Erscheinungen hervorzubringen; die letztere Annahme sei daher sehr unwahrscheinlich. Der Vortragende zeigte darauf, daß sich die tägliche Variation ebenfalls durch galvanische Ströme erklären lasse, deren Sitz aber in den höheren Schichten der Atmosphäre zu suchen sei. Die magnetischen Störungen endlich lassen sich nach A. Schmidt in Gotha auf elektrische Wirbel in der Atmosphäre zurückführen.

Herr Prof. Dr. SZYMANSKI führte Schulversuche über elektrische Wellen vor, bei denen die Wellenlänge durch Verminderung der Kugeldurchmesser des Erregers auf 12 mm herabgesetzt war. Für die Versuche über Brechung dienten zwei mächtig große Kolben voll Petroleum, für die Interferenz die Weinholdsche Vorrichtung. Bei daran anschließenden Versuchen mit dem Rubensschen Erreger (zwei Kupferstreifen in Petroleum) wurde auch die totale Reflexion im Prisma und die Polarisation durch Spiegelung vorgeführt. Als Empfänger wurde teils der Cohärer, teils das Bolometer von Paalzow und Rubens, teils das Rubenssche Thermoelement aus Constantan-Eisen benutzt.

Herr Prof. Dr. POSKE zur Methodik des physikalischen Unterrichts. Es wurde dargelegt, daß der Unterricht nichts besseres thun könne, als den Problemen nachgehen, die sich schon bei den einfachsten Beobachtungen aufdrängen und bei jedem Schritte nach vorwärts in wachsender Zahl auftreten. Die Lösung sei auf ähnlichen Wegen zu suchen, wie es in der Geschichte der Physik geschehen sei. Als ein Beispiel wurde ein Lehrgang der Aërostatik für die Unterstufe auseinandergesetzt. Darauf wurde aus dem Kursus der Oberstufe die Akustik eingehender besprochen. Der Vortragende entscheidet sich abweichend von einem früher veröffentlichten Verfahren (Zeitschr. von Lissner und Benecke 1885) dafür, daß der allgemeine Teil der Schwingungs- und Wellenlehre dem speziell akustischen voranzustellen sei, aber auf die Betrachtung der Transversalwellen beschränkt werden könne, während die Longitudinalwellen erst in der Akustik selbst, da wo ihre Behandlung erforderlich ist, hinzutreten. Die Darstellung selbst wurde an mehreren Stellen durch zugehörige Versuche erläutert. Nach Schluß der Vorträge fand eine Diskussion über verschiedene Unterrichtsfragen statt.

Herr Prof. Dr. WEDDING sprach (an Stelle von G.-R. Prof. Slaby) über Fortschritte in der Beleuchtungstechnik. Eine brauchbare Lichtquelle muß fünf Bedingungen erfüllen. Erstens muß die Helligkeit (an den Arbeitsplätzen) 30–50 Kerzen betragen, zweitens soll möglichst wenig Wärme entwickelt werden (was relativ am besten durch das elektrische Licht erfüllt ist), drittens soll die Lichtquelle keinen zu großen Glanz besitzen (d. h. der von der Einheitsfläche ausgehende Lichtstrom darf nicht so intensiv sein, daß er Blendung hervorruft; viertens sollen die Verbrennungsprodukte nicht vorhanden oder wenigstens unschädlich sein, fünftens sollen die Ausgaben für die Brennstunde möglichst gering sein. Unter diesen Gesichtspunkten wurden die neuerlich gebräuchlich gewordenen Lichtquellen mit einander verglichen und gezeigt, wie man je nach dem Zweck bald das eine, bald das andere Licht als das beste und wirtschaftlichste betrachten kann.

Außerdem wurden noch folgende dem Gebiet der Naturbeschreibung angehörige Vorlesungen gehalten: G.-R. Prof. Dr. SCHWENDENER über die Flugapparate der Früchte und Samen, und über das Winden und Klettern der Pflanzen; Prof. Dr. von MARTENS, Demonstrationen im zoologischen Museum; Prof. Dr. WAHNSCHAFFE über die Endmoränen Norddeutschlands; Prof. Dr. PORONIE über die durch Pflanzenfossile gegebenen Belege für die fortschreitende höhere Organisation der Pflanzen.

Herr Prov.-Schulrat Dr. VOGEL sprach über die Bedeutung praktischer naturwissenschaftlicher Kurse und machte nähere Mitteilungen über die bereits in Berlin auf Anordnung des Unterrichtsministeriums abgehaltenen Kurse. Im Anschluß daran wurden die in der alten Urania zu Berlin dafür getroffenen Einrichtungen besichtigt. — Herr Prof. Dr. SCHWALBE hatte eine Reihe von Vorlesungen und Demonstrationen im Dorotheenstädtischen R.G. veranstaltet, die teils von ihm selbst, teils von den Herren Böttger, Hahn, Lüpke, Schwann, Matthes vorgeführt wurden.

Über die Vorträge findet man genauere, von den Vortragenden selbst verfaßte Berichte in der Naturwissenschaftlichen Wochenschrift No. 5–8, 1900. Besichtigt wurde eine Reihe von Sammlungen, ferner die Laboratorien der technischen Hochschule zu Charlottenburg, die physikalisch-technische Reichsanstalt, das neue chemische Institut der Universität u. a. m. Den Schluß des Kursus bildete eine 1½ tägige geologische Exkursion nach Feldberg in Mecklenburg unter Führung des k. Landesgeologen Prof. Dr. Wahnschaffe.

Die mit dem Kursus verbundene Ausstellung umfaßte hauptsächlich Unterrichtsmittel für Geographie und für die biologischen Wissenschaften.



## Correspondenz.

Zu der Mitteilung von Bernbach in Jahrg. XIII Heft 2 (S. 98) über eine einfache Methode, den Verlauf der Kraftlinien zu zeigen, schreibt uns Herr Prof. FRIEDR. C. G. MÜLLER in Brandenburg a. H.:

„Der Versuch ist schon in dem Buch von G. Kapp über Dynamomaschinen angegeben. Er ist aber im Prinzip unbrauchbar. Denn die Kraftlinien sind statische Kurven, die in jedem ihrer Punkte die Richtung der Resultierenden der beiden von den Polen des Stabmagneten ausgehenden Kräfte angeben. Ein imponderables magnetisches Teilchen ohne Trägheit würde auf einer dieser Kurven laufen; ganz anders aber eine ponderable träge Masse, ein Stahlstab. Ohne auf die schwierige Theorie dieser Bewegungen einzugehen, kann man leicht zeigen, daß die Bahn nicht mit der Kraftlinie zusammenfällt. Eine Masse, die einen Punkt einer Kraftlinie mit einer gewissen Geschwindigkeit in der Richtung der Tangente passiert, müßte allein schon infolge der Wirkung des anziehenden Pols nach dem Keplerschen Gesetze um diesen Pol herumfliegen, wie ein Komet um die Sonne; umso mehr, wenn noch die Abstofsung des anderen Pols hinzukommt. Man vergl. d. Zeitschr. V 124, VI 109.“

Herr Professor ADAMI in Hof schreibt uns zu dem Aufsatz von H. Lohmann im Heft 6 des vorigen Jahrgangs über „Schulversuche aus der Elektrizitätslehre“, er könne dem daselbst S. 314 aufgestellten Satze, daß beim Einlaufen zweier mit einem Galvanometer verbundener Kupferdrähte in die Flüssigkeit kein Ausschlag stattfindet, nicht für richtig ansehen. Denn er selbst habe (*d. Zeitschr. XIII 142, No. 12*) konstatiert, daß beim Einlaufen zweier mit dem Galvanometer verbundener Kupferdrähte eine starke Ablenkung erfolge.

Wir halten den Einspruch des Herrn Prof. Adami nicht für ausschlaggebend. Denn bei seinen Versuchen handelt es sich nur um sekundäre Erscheinungen, die man von jeher an scheinbar gleichartigen Metallen beobachtet hat, und die auf irgend welche Inhomogenität (oder auch nur Unsymmetrie) zurückzuführen sind. Wollte man solchen Abweichungen Gewicht beilegen, so würde es wohl nicht möglich sein, irgend ein Naturgesetz aufzustellen. Gerade dadurch, daß man auf die Inhomogenität als Ursache zurückgreift, erkennt man das angefochtene Gesetz als in idealem Falle gültig an.

### Bei der Redaktion eingegangene Bücher und Schriften.

**Hermann J. Klein**, Handbuch der allgemeinen Himmelsbeschreibung. 3. völlig umgearb. u. vermehrte Aufl. Braunschweig, Frdr. Vieweg & Sohn, 1901, 610 S. M. 10. — **Heronis Alexandrini** opera quae supersunt omnia. Vol. II. Fasc. I. Mechanik und Katoptrik, herausgeg. u. übers. von L. Nix u. W. Schmidt. Leipzig, B. G. Teubner, 1901, 415 S. — **Ostwalds Klassiker**, Untersuchungen über den Galvanismus 1796—1800 von Alessandro Volta, herausgeg. von A. J. von Oettingen. Leipzig, Wilh. Engelmann, 1900, 99 S. M. 1. — **H. Griesbach**, Physikalisch-chemische Propädeutik, unter besonderer Berücksichtigung der medizinischen Wissenschaften. II. Hälfte, 3. Lief. Bd. I, Bogen 60—62. Bd. II, Bogen 1—22. Leipzig, Wilh. Engelmann, 1900, 352 S. — **Carl Arnold**, Repetitorium der Chemie. 10. Aufl. Hamburg u. Leipzig, Leopold Voss, 1900, 606 S. M. 7. — **Ernst Piltz**, Kleine anorganische Chemie. Halle a. S., Nietschmann, 1901, 104 S. geb. M. 1,60. — **Sammlung von Dr. Felix B. Ahrens**, VI. Bd. 1. Heft: Chemisches auf der Weltausstellung zu Paris i. J. 1900 von Dr. Gustav Keppeler. Stuttgart, Ferd. Enke, 1901, 38 S. — **Karl Elbs**, Die Akkumulatoren. 3. Aufl. Leipzig, J. Ambrosius Barth, 1901, 48 S. — **Fritz Süchting**, Das Buch der Berufe, II. Der Elektrotechniker. Mit 96 Abb. u. 1 Titelbild. Hannover, Gebr. Jänecke, 1900, 204 S. — **H. Lorenz**, Dynamik der Kurbelgetriebe mit besonderer Berücksichtigung der Schiffsmaschinen. Leipzig, B. G. Teubner, 1901, 156 S. — **Alfred Mertig**, Anleitungsbuch zur Sammlung von Apparaten zum Studium der Elektrotechnik von Meiser und Mertig. Berlin, Leonh. Simion, 1901, 28 S.

**Sonderabdrücke:** Über einige Verbesserungen im Betriebe des Induktionsapparates u. s. w. von Dr. B. Walter in Hamburg. (S.-A. Fortschritte a. d. Gebiet d. Röntgenstrahlen, Bd. IV.) — Physik vor 100 Jahren. Abschieds-Vortrag im physikal. Vereine zu Frankfurt a. M. von Dr. Walther König, 1900. — Doppelbrechung in transversal schwingenden Glasplatten von W. König. Annalen der Physik, 1901. — Über Einrichtungen u. Methoden zur Prüfung von Wechselstromzählern in der physik.-techn. Reichsanstalt von E. Orlich. (S.-A. E.T.Z. 1901, Heft 5.)

### Himmelserscheinungen im April und Mai 1901.

♿ Merkur, ♀ Venus, ☉ Sonne, ♂ Mars, ♃ Jupiter, ♄ Saturn, ☾ Mond.

	April						Mai					
	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30
♿ { AR	23 <sup>h</sup> 16 <sup>m</sup>	23.38	0. 3	0.30	1. 0	1.32	2. 8	2.47	3.30	4.15	4.59	5.41
{ D	- 7 <sup>o</sup>	- 5 <sup>o</sup>	- 3 <sup>o</sup>	0 <sup>o</sup>	+ 4 <sup>o</sup>	+ 8 <sup>o</sup>	+ 12 <sup>o</sup>	+ 16 <sup>o</sup>	+ 19 <sup>o</sup>	+ 22 <sup>o</sup>	+ 24 <sup>o</sup>	+ 25 <sup>o</sup>
♀ { AR	0 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup>	0.56	1.19	1.42	2. 5	2.29	2.53	3.17	3.42	4. 8	4.34	5. 0
{ D	+ 2	+ 5	+ 6	+ 9	+ 12	+ 14	+ 16	+ 18	+ 19	+ 21	+ 22	+ 23
☉ { AR	0 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	1.14	1.32	1.50	2. 9	2.28	2.47	3. 7	3.26	3.46	4. 6	4.26
{ D	+ 6	+ 8	+ 10	+ 11	+ 13	+ 15	+ 16	+ 18	+ 19	+ 20	+ 21	+ 22
♂ { AR	9 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup>	9.46	9.48	9.51	9.54	9.59	10. 4	10.10	10.16	10.23	10.31	10.39
{ D	+ 17	+ 16	+ 16	+ 16	+ 15	+ 14	+ 14	+ 13	+ 12	+ 12	+ 11	+ 10
♃ { AR	18 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup>		18.55		18.56		18.57		18.55		18.53	
{ D	- 23		- 23		- 23		- 23		- 23		- 23	
♄ { AR	19 <sup>h</sup> 9 <sup>m</sup>						19.11					
{ D	- 22						- 22					
☉ Aufg.	5 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup>	5.17	5. 6	4.55	4.44	4.34	4.24	4.15	4. 7	4. 0	3.53	3.48
Unterg.	18 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup>	18.47	18.55	19. 4	19.13	19.21	19.30	19.38	19.46	19.54	20. 1	20. 7
☾ Aufg.	20 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup>	0.25	3.10	5.35	10.37	16.15	21.29	0.19	2.24	5.59	11.52	17.20
Unterg.	5 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup>	8.43	14.39	21.36	1. 7	3. 0	5. 8	9.49	16.20	20.22	0.26	2. 9
Sternzeit im mittl. Mittg.	0 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup> 13 <sup>s</sup>	1.11.56	1.31.39	1.51.22	2.11. 4	2.30.41	2.50.30	3.10.13	3.29.55	3.49.38	4. 9.21	4.29. 4
Zeitgl.	+ 2 <sup>m</sup> 55 <sup>s</sup>	+ 1.29	+ 0.10	- 0.59	- 1.59	- 2.47	- 3.22	- 3.43	- 3.50	- 3.42	- 3.20	- 2.47

Mittlere Zeit = wahre Zeit + Zeitgleichung.

Mondphasen in M.E.Z.	Neumond	Erstes Viertel	Vollmond	Letztes Viertel
		April 18, 23 <sup>h</sup> Mai 18, 7 <sup>h</sup>	April 25, 17 <sup>h</sup> Mai 25, 7 <sup>h</sup>	April 4, 2 <sup>h</sup> Mai 3, 19 <sup>h</sup>

Planetensichtbarkeit	Merkur	Venus	Mars	Jupiter	Saturn
im April	uns.	uns.	die ganze Nacht sichtb.	Morgens zuletzt 2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> St. sichtb.	Morgens zuletzt 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> St. sichtb.
im Mai	zuletzt Abends kurze Zeit sichtbar	uns.	Abends zuletzt nur noch 3 St. sichtb.	Morgens zuletzt 3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> St. sichtb.	Morgens zuletzt 3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> St. sichtb.

Phänomene der Jupitermonde: Mai 15, 1<sup>h</sup> 36<sup>m</sup> 59<sup>s</sup> I E., Mai 18, 1<sup>h</sup> 59<sup>m</sup> 33<sup>s</sup> IV E, 3<sup>h</sup> 16<sup>m</sup> 30<sup>s</sup> IV A.

#### Veränderliche Sterne:

Datum	M.E.Z.		Datum	M.E.Z.		Datum	M.E.Z.	
April 3		R Lyrae-Max.	April 24	20 <sup>h</sup>	ζ Gemin.-Min.	Mai 1	21 <sup>h</sup>	δ Cephei-Max.
5	18 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup>	Algol-Min.	24	22 <sup>h</sup>	δ Cephei-Min.	11	0 <sup>h</sup>	δ Cephei-Min.
8	18 <sup>h</sup>	β Lyrae-Max.	25	19 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	Algol-Min.	17	23 <sup>h</sup>	δ Cephei-Max.
13	0 <sup>h</sup>	η Aquil.-Max.	26		R Lyrae-Max.	18	21 <sup>h</sup>	η Aquil.-Max.
15	19 <sup>h</sup>	δ Cephei-Max.	29		η Gemin.-Min.	18		R Hydrae-Min.
22	23 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup>	Algol-Min.	29	20 <sup>h</sup>	ζ Gemin.-Max.	19		R Lyrae-Max.
						30	23 <sup>h</sup>	η Aquil.-Min.

**Totale Sonnenfinsternis** am 18. Mai in den Morgenstunden, unsichtbar in Berlin. Die Totalität ist auf den Sundainseln sichtbar.

Der **Mond** tritt am 3. Mai um 17<sup>h</sup> 4<sup>m</sup>,4 teilweise in den Halbschatten der Erde, während er noch unter dem Horizonte ist. Um 21<sup>h</sup> 56<sup>m</sup>,9 erhält die gesamte Mondhalbkugel wieder das volle Sonnenlicht.

Dr. F. Koerber.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagshandlung gestattet.