

Zeitschrift
für den
Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XIII. Jahrgang.

Sechstes Heft.

November 1900.

Bemerkungen über den physikalischen Unterricht in Frankreich¹⁾.

Von
F. Poske.

1. Um den physikalischen Unterricht in Frankreich richtig zu beurteilen, muß man den heutigen Zustand des französischen Unterrichtswesens überhaupt in Betracht ziehen. Aus den Berichten über die Untersuchungen, die in neuerer Zeit in Frankreich selbst hierüber angestellt worden sind, klingt ein Notschrei hervor, der sich kurz so formulieren läßt: Zu viel Centralisation, zu wenig Freiheit! Eine Warnung für andere Staaten, diesem Beispiel nicht zu folgen. Insbesondere drückt auf den Betrieb des Unterrichts die Baccalaureatsprüfung, die den Abschluß der Studien auf den Lyceen und Collèges bildet. Sie liegt nicht in den Händen der unterrichtenden Lehrer, sondern wird vor einer centralen Prüfungskommission abgelegt. Es ist begreiflich, daß für eine solche Prüfung eine erhebliche Gedächtnisarbeit geleistet werden muß, und daß gerade im Hinblick hierauf für den Unterricht auf den höheren Schulen „*plus de liberté dans les méthodes*“ gefordert wird; denn der Zwang zu gedächtnismäßiger Aneignung des Stoffes hemmt naturgemäß die Freiheit der methodischen Behandlung.

Ein zweites und sehr gewichtiges Hindernis der freien und gedeihlichen Entwicklung des Unterrichts ist der allgemeine Wettbewerb, der *concours général*, der alljährlich zwischen sämtlichen staatlichen und städtischen Anstalten stattfindet. Ein Preis in diesem Wettbewerb ist das Ziel des Ehrgeizes aller begabteren Schüler. Aber auch die Stellung der Lehrer, ihre Beförderung in bessere Stellen, ihre Aussicht auf ehrenvolle Auszeichnung, und endlich auch der Ruf der Schule hängen wesentlich davon ab, ob Sieger im *concours général* von ihnen vorgebildet sind. Der Unterricht ist daher ganz wesentlich durch die Rücksicht auf diesen allgemeinen Wettbewerb bestimmt. Es kann nicht zu einer ruhigen, methodischen Durcharbeitung des Stoffes kommen, bei der die Sache um ihrer selbst willen betrieben wird.

2. Unter den angegebenen Mifsständen hat insbesondere auch der Physikunterricht in Frankreich zu leiden. Während in Deutschland und Österreich die Methodik dieses Unterrichtszweiges in den letzten Jahrzehnten ganz außerordentliche Fortschritte gemacht hat, beschränken sich die neuesten Instruktionen des französischen Unterrichtsministeriums darauf, einen Auszug aus den Ratschlägen mitzuteilen, die J. B. DUMAS, der berühmte Chemiker, in den Instruktionen von 1854 gegeben hat²⁾. Diese Ratschläge sind vortrefflich und noch heute befolgenswert. Aber die schönsten methodischen Ratschläge sind vergeblich, wenn die Institutionen selbst der Ausführung entgegenstehen. Ich hebe nur einen Punkt besonders hervor. DUMAS warnt

¹⁾ Der Verfasser hat im Juli d. J. die Pariser Weltausstellung im Auftrage des Magistrats von Berlin besucht. Die hier veröffentlichten Mitteilungen sind einem an diese Behörde erstatteten Bericht entnommen.

²⁾ Vergl. den Auszug in dieser Zeitschrift, 1900, Heft 5, S. 291.

davor, den Unterricht mit zu vielen Einzelheiten zu belasten, die nur den Forscher angehen; er empfiehlt z. B. bei dem Gesetz von Gay-Lussac über die Ausdehnung der Gase sich darauf zu beschränken, daß diese Ausdehnung für alle Gase merklich die gleiche sei; dagegen die Abweichungen von diesem Gesetz und deren Betrag zu kennen, sei nur Sache der Forscher von Beruf. Nun denke man sich den Fall, es sei beim *concours général* die Darstellung dieses Gesetzes als Thema gestellt. Sicherlich wird die Arbeit eine höhere Note (oder eine größere Zahl von Points) davon tragen, die auch über diese Abweichungen noch nähere Angaben enthält. Man sieht an diesem Beispiel, wie die Vorbereitung auf den *concours général* alle solchen methodischen Ratschläge illusorisch machen muß.

Eine andere Forderung von DUMAS geht dahin, daß der Experimental-Unterricht sich möglichst an die ursprünglichen einfachen Formen halte, die die Erfinder selbst ihren Apparaten gegeben haben, daß dagegen die complizierten und dabei kostspieligen Apparate der Mechaniker als minder geeignet für den Unterricht zu betrachten seien. In Wirklichkeit herrscht auf dem Gebiete des physikalischen Experimentes in Frankreich noch heute der Mechaniker. An amtlichen wie nichtamtlichen Stellen wurde mir versichert, daß an einfachen von den Professoren selbst angegebenen Apparaten kaum Nennenswertes existiere; man beschränkt sich fast ausschließlich auf den Gebrauch der Apparate, die von einigen Firmen — oft recht geschickt — konstruiert werden. Auch das neueste vom Ministerium herausgegebene Normalverzeichnis von Unterrichtsmitteln enthält nur solche, den Katalogen der Hauptfirmen entnommene Apparate. (Vergl. unten No. 5.) Eine der hauptsächlichsten Ursachen hierfür glaube ich darin zu erkennen, daß die Lehrer es vorziehen, die selben traditionellen Apparate zu benutzen, die in den für die Examensvorbereitung gebrauchten Lehrbüchern beschrieben sind.

Im Zusammenhange hiermit ist es auch verständlich, daß von Bemühungen um die Verbesserung der Methodik, wie sie bei uns in so großer Zahl hervortreten, in Frankreich so gut wie nichts zu bemerken ist. Es giebt (oder gab) zwar ein Journal de physique chimie et histoire naturelle élémentaires, aber es findet sich darin nur vereinzelt einmal ein Unterrichtsversuch oder ein Bericht über einen anderswo beschriebenen wissenschaftlichen Apparat, dagegen kaum je eine methodische Darlegung. Den Hauptteil des Inhalts bildet vielmehr — charakteristisch genug — eine Zusammenstellung von Aufgaben, die bei den verschiedenen Prüfungen gegeben worden sind, zum Teil mit den dazu gehörigen Lösungen. Auch dieses Unternehmen steht unter dem Druck des französischen Prüfungs- und Wettbewerb-Systems.

Daß es im Physikunterricht eine eigentliche Methodik in unserem Sinne nicht giebt, zeigen auch die Lehrbücher, die den Stoff fast ausschließlich in systematischer Form — allerdings zumeist mit der den Franzosen eigenen Klarheit und Präcision — darstellen. Mir ist nur ein Lehrbuch bekannt geworden, das mit Berücksichtigung der methodischen Seite des Unterrichts verfaßt ist³⁾. Sicher fehlt es auch nicht an Lehrern, die den Unterricht im Geiste der Ratschläge von J. B. DUMAS zu erteilen bemüht sind. Aber solche Bemühungen müssen vereinzelt und entwicklungsunfähig bleiben, weil ihnen die eiserne Schranke der Institutionen entgegensteht.

3. Es soll nicht in Abrede gestellt werden, daß die besonderen Bedingungen, unter denen der Physikunterricht in Frankreich steht, auch eine Vervollkommnung in gewisser Richtung, nämlich in der Technik des Unterrichts, der Didaktik im engeren Sinne bewirkt haben. Im Hinblick auf die Prüfungen war eine feste und

³⁾ Haraucourt (Rouen), Cours élémentaire de physique, 8. édition.

sichere Aneignung des Stoffes erforderlich. Um diese zu erzielen, hat man zu einem eigentümlichen Mittel gegriffen: man hat das Lehrbuch aus dem Unterricht fast ausgeschaltet. Allerdings giebt es eine große Anzahl von Lehrbüchern, die zum Teil in zahlreichen Auflagen erschienen sind; aber sie werden fast nur privatim von den Schülern zur Vorbereitung auf die Prüfungen benutzt und lassen diese Bestimmung vielfach schon im Titel erkennen⁴⁾. Im Unterricht dagegen verfährt man so, daß der Lehrer vorträgt und die Schüler nachschreiben, um sich dann an der Hand ihrer zu Hause durchgesehenen und vervollständigten Notizen den Stoff anzueignen. In der That ist der einzige Gegenstand physikalischer Natur, den ich bei Durchsicht einer großen Zahl von (ungedruckten) Konferenzverhandlungen aus den letzten Jahren erörtert gefunden habe, die Einrichtung der Vortragsnachschriften (*cahiers de cours*) und deren Verhältnis zum Lehrbuch gewesen. Diese Frage wird ausdrücklich als eine der wichtigsten pädagogischen Fragen bezeichnet. Es wird geltend gemacht, daß die Notizen der Schüler der Einprägung wegen wichtig seien; was man schreibe, behalte man leichter, als was man nur lese. Der Gebrauch des Lehrbuches in den Stunden sei daher zu verwerfen. Man verkennt allerdings nicht, daß solche Notizen auch ihr Mißliches haben, namentlich sei Mißverständnis von Worten und Bezeichnungen zu befürchten. Auch sind Schüler der unteren und mittleren Klassen jedenfalls noch nicht fähig, eine selbständige Nachschrift des Vortrages herzustellen. Man muß daher in der 5. und 6. Klasse den Schülern ein kurzes „Résumé“ diktieren (obwohl das Prinzip des Diktierens, wie es früher in Frankreich üblich war, heut im allgemeinen verworfen wird). In der 3. Klasse giebt man den Schülern am Anfang der Stunde eine genaue Inhaltsübersicht (*un sommaire détaillé*); während des Vortrags müssen die Schüler dann wenigstens die Definitionen, Gesetze, schematischen Figuren von Versuchen und Apparaten, chemischen Formeln u. dergl. aufzeichnen. Auf diese Weise lernen die Schüler in zwei bis drei Monaten brauchbare Notizen machen; die Schüler der 2. und 1. Klasse sind dann im stande, ihre Aufzeichnungen ganz selbständig herzustellen.

Man sieht, wie auf diese Art die Fähigkeit der Schüler zu derartigen Leistungen ganz systematisch herangebildet wird. Ich habe in der Ausstellung des Ministeriums solche Notizenhefte gesehen, die das Aussehen von Reinschriften trugen. Allerdings waren das wohl auserlesene Exemplare, und die Beschaffenheit der zahlreichen ausgelegten Prüfungsarbeiten liefs erkennen, daß auf äußerliche Correkteit kein zu großes Gewicht gelegt wird. Aber der Text sowohl in diesen Prüfungsarbeiten wie in den nachgeschriebenen Heften bewies durchweg eine Fähigkeit zu klarem Ausdruck und übersichtlicher Anordnung, wie sie bei uns wohl seltener erreicht wird. Ein Teil dieses Vorzuges mag auf Rechnung der natürlichen formalen Begabung der französischen Nation zu setzen sein, ein anderer Teil ist jedenfalls der systematischen Pflege dieser Fähigkeit in allen Unterrichtsfächern zuzuschreiben. Dies ist ein Punkt, an dem wir von unsern Nachbarn lernen können. Und wenn schon eine solche Fähigkeit vor allem durch den sprachlichen Unterricht ausgebildet werden muß, so wird doch auch insbesondere der physikalische Unterricht von unten auf einen wirksamen Anteil daran in Anspruch nehmen können. —

Was das Verhältnis des Lehrbuchs zum Unterricht betrifft, so wird in der oben herangezogenen Konferenzverhandlung einmütig gefordert, daß das Lehrbuch nur eine sekundäre Rolle zu spielen habe, es müsse zur Ergänzung und zum Verständnis solcher Fragen, die in den Nachschriften nicht klar genug dargestellt

⁴⁾ So Ganot, Cours de physique à l'usage des candidats au baccalauréat, 9. édition.

sind, herangezogen werden. Doch dürfe das Lehrbuch nicht als Ersatz der Notizen dienen, denn der Schüler vermöge nicht Wesentliches und Unwesentliches zu unterscheiden. Auch in einer anderen Konferenzverhandlung wird ausgeführt, die Nachschrift müsse den Schülern als Anhalt dienen, wenn sie sich aus verschiedenen Werken nach freier Wahl weiter unterrichten wollen. Dies Verfahren habe den doppelten Vorteil, dafs es die Schüler an selbständige Studien gewöhne, und dafs es ihnen vermöge der Mannichfaltigkeit der herangezogenen Werke ein reiches Material an Einzelkenntnissen zuführe.

Diese Bemerkungen, obwohl zunächst wieder auf französische Verhältnisse und vor allem auf die Prüfungen berechnet, verdienen auch bei uns für die Erörterung der Lehrbuchfrage beachtet zu werden. Denn auch der methodische Unterricht, wie wir ihn pflegen, kann nicht wohl fortlaufend an der Hand des Lehrbuchs erteilt werden; und neben ihm ist doch ein Lehrbuch erwünscht, das den Stoff vollständig und in übersichtlicher Anordnung darbietet.

4. Ein wesentlicher Bestandteil des französischen Physikunterrichts sind ferner die schriftlichen Übungen. Auch sie tragen zur Ausbildung der vorher erwähnten Fähigkeit im schriftlichen Ausdruck bei. Diese schriftlichen Übungen bestehen zum Teil in Aufgaben, die sich nicht wesentlich von den bei uns üblichen unterscheiden. Zum andern Teil aber sind es Beschreibungen und Ausarbeitungen; diese scheinen sogar an vielen Anstalten die Hauptrolle zu spielen. Ich führe einige Themata aus der 1. Klasse (*Classe de philosophie*)⁵⁾ an:

Das Mariottesche Gesetz und seine experimentelle Bestätigung. — Die Wollastonsche Säule und die Ursachen ihres allmählichen Schwächerwerdens. — Die Grundgesetze der elektrischen Induktion. — Das Sieden (hierbei wird namentlich auch eine genaue Beschreibung des Vorgangs verlangt). — Der Versuch von Torricelli und seine Erklärung.

Auch die Themata, die für die Baccalaureatsprüfung gegeben werden, sind vielfach ähnlicher Art: Die Ruhmkorffsche Spirale und ihre Wirkungen. — Theorie der Luftpumpe. — Gesetze der thermoelektrischen Ströme. — Verdampfen, Sieden, Destillieren.

Endlich die Aufgaben des Wettbewerbs von 1899 für die *Classe de philosophie*:

a) Verdunstung, Verdunstungskälte, ihre Folgen und Anwendungen. — b) Arbeit — Lebendige Kraft — Energie — Leistung — Mechanisches Äquivalent der Wärme (Definitionen und numerische Werte der verschiedenen Einheiten). — c) In Hektowatt und in Pferdekraften die Leistung einer elektrischen Maschine zu berechnen, die einen Strom von 200 Ampère und 120 Volt liefern kann.

Für die *Première moderne* waren in dem selben Jahre folgende Aufgaben gestellt:

a) Prinzip der magnetelektrischen und der dynamoelektrischen Maschinen. Beschreibung und Theorie einer magnetelektrischen Maschine. — b) Allgemeines über die flüssigen und festen Kohlenwasserstoffe. Genauerer über Benzin und Terpentinol.

⁵⁾ Die französischen höheren Schulen haben eine klassische (altsprachliche) und eine moderne Abteilung. In der klassischen Abteilung wird nur auf der obersten Stufe (*Classe de philosophie*) während eines Jahres wöchentlich 5 St. Physik und Chemie unterrichtet. In der modernen Abteilung beginnt der physikalisch-chemische Unterricht in der 3. Klasse mit wöchentlich 3 Stunden, dann folgen in der 2. Klasse wöchentlich 4 St., und in der 1. Klasse (Abteilung Sciences) wöchentlich 4 Stunden; überdies werden in dieser Klasse einige physikalische Abschnitte (Cosmographie, Mechanik und Dynamik) in der Mathematik behandelt, für die wöchentlich 6 St. angesetzt sind. Daneben bestehen noch als Fachklassen die *Mathém. élémentaires* mit wöchentl. 10 St. Mathematik und 6 St. Physik und Chemie, und die *Mathématiques spéciales* mit wöchentl. 15 St. Mathematik, 4 St. beschreibender Geometrie und 6 St. Physik und Chemie.

Auch hier ist wieder ersichtlich, wie großer Wert auf die schriftliche Wiedergabe eines im wesentlichen gedächtnismäßig angeeigneten Stoffes gelegt wird. Wo Aufgaben gestellt werden, sind sie meist auf Grund fest eingetragener Formeln leicht zu lösen; schwierigere Aufgaben werden vorwiegend nur in der *Classe de mathématiques spéciales* gestellt, die aber als eine Fachvorbereitungsklasse nicht mit der obersten Klasse unserer höheren Lehranstalten verglichen werden kann.

5. Für die Unterrichtssammlung hat das französische Unterrichtsministerium in diesem Jahr ein Normalverzeichnis physikalischer und chemischer Apparate herausgegeben⁶⁾. Das Verzeichnis ist eine Neubearbeitung des 1889 von den Herren Dupré, Fousereau, Amaury und Dybowski zusammengestellten. Die diesmalige Commission, aus den Herren Laviéville, Dybowski, Seignette bestehend, hat dem Verzeichnis einige Bemerkungen von allgemeinem Interesse vorausgeschickt. Hinsichtlich der Preise, die für die Apparate angesetzt sind, erklärt die Commission, daß es bedenklich sei, über gewisse Grenzen hinaus auf allzugroße Billigkeit zu sehen. Wenn ein Mechaniker allzu billige Preise mache, so seien diese in der Regel durch geringere Sorgfalt der Arbeit aufgewogen, die gelieferten Instrumente sähen wohl nach etwas aus, funktionierten auch eine Zeit lang, würden aber bald unbrauchbar, ohne mit Erfolg repariert werden zu können. Es ließen sich viele physikalische Kabinette nennen, die wegen dieser Ursache in wenigen Jahren völlig zu Grunde gegangen seien. Die Commission sei daher nicht der Meinung, daß man sich auf die Konkurrenz der Mechaniker einlassen solle; es sei besser, auch fernerhin sich an die Firmen zu halten, die die meisten Garantien böten, und für die Apparate zu zahlen, was sie wert sind.

Diesem Standpunkte, der das Gegenteil von übertriebener Sparsamkeit ist, entsprechen die oft recht hohen Preise, die für einzelne Apparate angesetzt sind. Ich nenne beispielsweise: Apparat von Cailletet für die Verflüssigung der Gase, 600 fr.; *Hydraulische Presse mit Cailletetscher Pumpe, 350 fr.; Carréscher Apparat zur Eisbereitung, 290 fr.; *Foucaults Apparat für die Verwandlung von Arbeit in Wärme, 450 fr.; *Apparat von Regnault für die Bestimmung der spezifischen Wärmen, 275—550 fr.; *Calorimeter von Favre und Silbermann, 125—390 fr.; *Apparat von Dulong und Petit für die Bestimmung der spezifischen Wärmen nach der Abkühlungsmethode, 70 fr.; Apparat von Despretz zur Messung der latenten Wärme des Wasserdampfes, 155 fr.; Apparat von Melloni für das Studium der strahlenden Wärme, 375 bzw. 800 fr.

Unter diesen Apparaten findet sich noch keine der oft recht teuren elektrischen Maschinen; z. B. ist eine Grammesche Maschine mit 700—800 fr. angesetzt. Die mit einem Stern (*) bezeichneten Apparate sind sogar solche, deren Anschaffung die Commission besonders angelegentlich empfiehlt.

Die selbe Freigebigkeit zeigt sich in der vom Ministerium sanktionierten Anordnung, daß auch Apparate, die außerhalb des Lehrplanes liegen, zu bewilligen seien, wenn sie von Lehrern gewünscht würden, die höhere Vorbereitungskurse (*conférences de licence*) abhielten oder mit wissenschaftlichen Untersuchungen beschäftigt seien. Es wird nur verlangt, daß derartige Anträge mit einer Motivierung versehen und soweit möglich von der Aufsichtsbehörde (*Inspection générale*) unterstützt seien.

Das Verzeichnis selbst ist bereits oben kurz charakterisiert worden. Von Interesse dürften noch die Gesamtsummen sein, die für die physikalische Sammlung

⁶⁾ Catalogue du matériel scientifique des lycées et collèges de garçons. Paris 1900, Imprimerie Nationale, 52 p.

angesetzt sind. Unterschieden wird hierbei zwischen den sogenannten kleinen Collèges, deren Mittel beschränkt sind, und den großen Collèges und Lyceen. Für die ersteren beläuft sich die Summe auf etwa 9000 fr. (7200 M.), für die letzteren auf etwa 32000 bis 35000 fr. (ca. 25500—28000 M.). Hierin ist aber eine Anzahl von Apparaten noch nicht mitgerechnet, bei denen keine bestimmten Preise angegeben sind (wie Galvanometer, Elektrometer u. andere). Für die Klasse der Mathématiques supérieures, wo eine solche vorhanden ist, sind außerdem noch Apparate im Werte von ca. 4000 fr. angesetzt.

Vergleicht man diese Summen mit den Beträgen, die durch das Normalverzeichnis des deutschen Vereins für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht (von 1896) repräsentiert sind, so ergibt sich, daß die von diesem geforderte Minimalsumme von 5000 M. eine recht bescheidene zu nennen ist. Selbst die Forderung des österreichischen (nichtamtlichen) Normalverzeichnisses von 1896 mit 5500—7400 fl. für Unter- und Oberstufe, und 1500—1800 fl. Mehrforderung für reicher dotierte Anstalten bleibt noch beträchtlich hinter der amtlichen französischen Aufstellung zurück.

Das französische Verzeichnis kann nicht ohne weiteres auch für uns als Muster genommen werden, denn einerseits sind die Preise der französischen Mechaniker teilweise höher als die der deutschen, und andernteils ist die (von Dumas bereits verurteilte) Gewohnheit, wissenschaftliche Apparate direkt für den Unterricht zu verwenden, bei uns dadurch eingeschränkt, daß wir eine große Zahl billigerer und doch gut funktionierender Demonstrationsapparate haben. Immerhin verdient die Warnung der französischen Commission, keine billigen und schlechten Apparate zu kaufen, auch bei uns berücksichtigt zu werden. Ist der Etat für physikalische Apparate zu kärglich bemessen, so wird diese Gefahr sich schwerlich vermeiden lassen.

Schulversuche aus der Elektrizitätslehre.

Von

Dr. Hans Lohmann in Dresden.

1. Um die Schüler über die Kapazität einer Leydener Flasche zu belehren, schaltet man wie bekannt 2 Maßflaschen von verschiedener Belegungsfläche hintereinander und bestimmt die Anzahl der Entladungsfunken der Maßflasche von geringerer Kapazität, die bei gleicher Funkenweite und bei gleicher Größe der

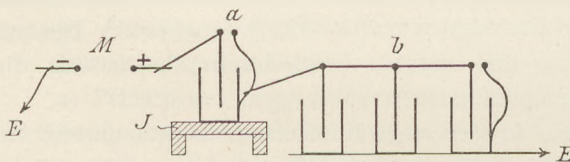


Fig. 1.

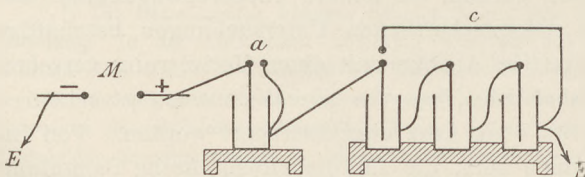


Fig. 2.

Funkenkugeln auf eine Entladung der größeren Flasche gehen. In ähnlicher Weise läßt sich die Verschiedenheit der Kapazitäten von Flaschenbatterien je nach der Schaltung der Flaschen zeigen. Ich benutze zu dem Zwecke je 3 Flaschen von gleicher Belegungsfläche, die nebeneinander (b) bez. hintereinander (c) geschaltet und nach Maßflaschenart mit Selbstentladung versehen sind. Die Batterien (b und c) werden mit einer

einfachen Maßflasche (a) von derselben Oberfläche wie die einzelnen Flaschen der Batterien in den Stromkreis einer Influenzmaschine gebracht, so daß durch die

einfache Flasche die gleiche Elektrizitätsmenge fließen muß wie durch die Batterie. Da (*b*) die dreifache Kapazität wie (*a*) besitzt, so schlagen bei gleichen Funkenstrecken bei (*a*) 3 Funken über, während bei (*b*) nur eine Entladung stattfindet (Fig. 1). Bei der Anordnung in Fig. 2 entladet sich (*c*) dreimal bis (*a*) einen Funken giebt, da die Kapazität der Kaskadenbatterie (*c*) $\frac{1}{3}$ der Kapazität von (*a*) ist. Eine Vereinigung von (*b*) mit (*c*) zeigt, daß eine Entladung von (*b*) auf 9 Entladungen von (*c*) kommt. Die für die Vorführung günstigste Schlagweite der Flaschen ermittelt man durch Versuche. Ich benutze Flaschen von 13 cm Höhe, 6 cm Durchmesser, 8 cm Beleghöhe, 1 cm Durchmesser der Funkenkugeln und 4 mm Schlagweite.

2. Der Einfluß des Dielektrikums und des Abstandes der Platten auf die Kapazität eines Plattencondensators kann in folgender Weise demonstriert werden.

Zwei mit isolierenden Griffen versehene, gleich große Condensatorplatten (*a*, *b*) von 15 cm Durchmesser lassen sich in der Nut eines Brettes gegeneinander verschieben und sind mit den Polen einer kleinen Influenzmaschine unter Einschaltung zweier Leydener Flaschen verbunden (Fig. 3). Zwischen beiden beweglichen Condensatorplatten befindet sich isoliert auf dem Brette befestigt eine dritte Metallplatte (*c*), die mit einem Elektroskop verbunden ist. Sind die Platten *a* und *b* gleich weit von *c* entfernt, so bleibt trotz der Ladung jener Platten das Elektroskop in Ruhe. Nähert man nun *a* an *c*, so spreizen die Blättchen und zeigen sich negativ geladen. Die Ladung läßt sich durch Annäherung von *b* an *c* compensieren. Bringt man *b* noch näher an *c* als zur Compensation nötig war, so spreizen die Blättchen des Elektroskops, aber jetzt positiv geladen. Ähnliche Erscheinungen zeigen sich natürlich auch beim Entfernen einer Platte von *c*. Schiebt man zwischen *a* und *c* in einer Quernut (*d*) des Holzes eine (3 cm starke) Paraffin-(Glas)Scheibe, wenn das Elektroskop keine Ladung anzeigt, so spreizen die Blättchen (negativ geladen). Der Ausschlag des Elektroskops läßt sich durch eine der Dielektrizitätskonstante der eingeschobenen Platte entsprechende Annäherung von *b* an *c* compensieren. Zieht man dann die Scheibe zwischen *a* und *c* wieder heraus, so spreizen die Blättchen von neuem, nun aber positiv geladen, und man muß *a* an *c* nähern, um die Blättchen in die Ruhelage zu bringen.

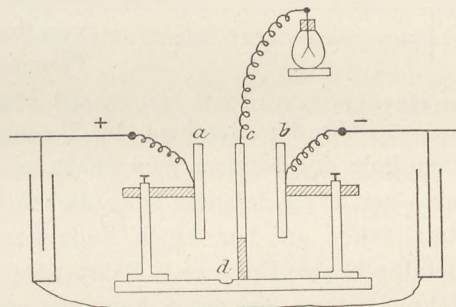


Fig. 3.

3. Mit Hilfe einer Maßflasche und einiger Hanfschnüre läßt sich auf einfache Weise das Ohmsche Gesetz für Reibungselektrizität darlegen. Den einen Pol einer Influenzmaschine verbinde man metallisch mit dem äußeren Beleg, den anderen Pol durch Hanfschnüre mit dem inneren Beleg einer Maßflasche von der vorher erwähnten Größe. Die Hanfschnüre sind gleich lang (35 cm), besitzen gleichen Querschnitt (4 mm Durchmesser), liegen in Gummischläuchen und sind an den Enden mit Metallhaken versehen. Man drehe die Maschine während der Versuche möglichst gleichmäßig schnell, um das Potential der Pole constant zu erhalten, und verbinde die Maßflasche nacheinander durch eine einfache, durch 2 nebeneinander und durch 2 hintereinander geschaltete Hanfschnüre mit der Influenzmaschine. Aus der Anzahl der Funken, die in gleichen Zeiträumen bei der Maßflasche überspringen, schließt man auf die abgeströmte Elektrizitätsmenge. Durch lautes Zählen kann man erstens einen gleichmäßigen Gang der Maschine erzielen und hat zweitens ein gutes Schätzungsmaß für

die Anzahl der überspringenden Funken. Springen z. B. bei Einschaltung einer einfachen Schnur 4 Funken in einer gewissen Zeit über, so erfolgen bei 2 nebeneinander geschalteten Schnüren 8 und bei 2 hintereinander geschalteten Schnüren 2 Entladungen der Mafsflasche in derselben Zeit.

4. Das Gefälle der in einem Halbleiter fließenden Elektrizität von hoher Spannung lässt sich zeigen, indem man sich der Geißlerröhre bedient. Die weit auseinander gezogenen Pole einer grossen Influenzmaschine verbindet man durch eine Hanfschnur von 2 m Länge und 4 mm Dicke in der durch Figur 4 angedeuteten Weise, wobei die Schnur bei a durch einen Isolator straff gehalten wird. Die Geißlerröhre (G) wird an ihren beiden Enden mit Metallhaken versehen, so daß man sie an der Schnur entlang schieben kann. Das andauernde Leuchten der Röhre, wohin man sie auch verschieben mag, deutet auf das Vorhandensein einer Potentialdifferenz an allen Stellen der Schnur, die um die Länge der Röhre von einander entfernt sind.

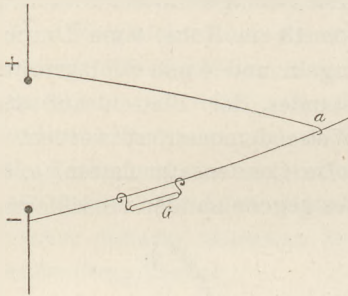


Fig. 4.

5. Um die Abnahme des Potentials beim Übergange vom positiven zum negativen Pole durch einen Versuch zu kennzeichnen, verbinde man die Pole der Maschine mit einer 20 cm langen, 4 mm dicken Hanfschnur, hänge die Geißlerröhre mit einem Metallhaken an dem einen Ende daran und leite das andere Ende der Röhre metallisch zur Erde ab. Fährt man, während die Maschine im Gang ist, mit der Röhre langsam an der Schnur von einem Pole zum anderen, so sieht man an dem allmählichen Verlöschen und dann an dem Anwachsen der Leuchtkraft der Röhre mit umgewechselten Farben die Abnahme des Potentials in dem Leiter.

6. Auch zur Demonstration der Wheatstoneschen Brücke lässt sich die Geißlersche Röhre verwenden. Zu dem Zwecke leite man den einen Pol der Influenzmaschine zur Erde ab und verbinde den anderen mit dem einen Ende (A) des Brückensystems (ABC , Fig. 5). Das andere Ende (B) des letzteren wird ebenfalls zur Erde abgeleitet. Die einzelnen Zweige des Brückensystems werden von Hanfschnüren der oben erwähnten Art gebildet. AB und BC sind 35 cm lang und in Gummischläuche gesteckt, AB ist eine gedrehte Doppelschnur von 40 cm Länge ohne Gummihülle. An die isoliert befestigte Stelle C des vertikal angeordneten Brückensystems hänge man die Geißlerröhre (G), von deren unterem Ende ein Draht nach der Gleitschnur AB geht. Sind die Schnüre AC und BC von gleichem

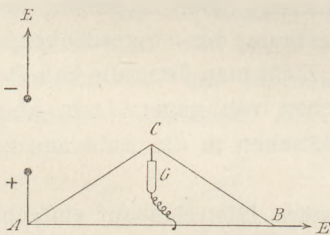


Fig. 5.

Widerstände, so bleibt die Röhre dunkel, wenn der Gleitdraht die Mitte von AB berührt. Hängt man parallel BC eine zweite Schnur ein, so muss man den Gleitdraht nach B zu verschieben, um die Röhre dunkel zu bekommen.

7. Das Barlowsche Rädchen eignet sich sehr gut zur Sichtbarmachung des Unterschiedes zwischen Öffnungs- und Schließungsfunken, da beim Drehen des Rädchens das Öffnen an einer anderen Stelle des Stromkreises erfolgt wie das Schließen des Stromes. Die Stelle, an der die Zinken des Rädchens in das Quecksilber (Q Fig. 6) hineintauchen (Schließungsstelle), funkt bedeutend weniger als die Stelle, an der die Zinken aus dem Quecksilber austreten (Öffnungsstelle). Die Erscheinung wird besonders deutlich, wenn man eine unifilare Spule (U) in den Stromkreis ein-

schaltet. Um in Verbindung mit diesem Versuche die Verminderung der Selbstinduktion bei bifilarer Wickelung der Spule zu zeigen, ersetze man U mit Hilfe des Morsetasters (T) durch eine andere Spule (B), deren Draht dieselbe Länge und denselben Querschnitt wie U hat, die aber bifilar gewickelt ist. Der Öffnungsfunke ist bei Einschaltung der letzteren Spule bedeutend kleiner als bei der unifilaren Spule.

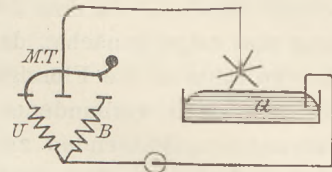


Fig. 6.

8. Die Anzahl der Polwechsel eines Wechselstroms läßt sich in sehr deutlicher Weise durch die Höhe des Tones einer durch einen Elektromagneten in Schwingungen versetzten Eisenplatte demonstrieren. Ein rundes Eisenblech von 0,5 mm Dicke und 20 cm Durchmesser ist mit Filzunterlage in einem Holzringe befestigt und wird einige Millimeter über einem Elektromagneten festgeklemmt. Schickt man durch diesen einen starken Wechselstrom, z. B. den einer Lichtanlage, so giebt die Platte durch den Ton die Anzahl der Polwechsel in der Sekunde zu erkennen. Der Ton überrascht durch seine außerordentliche Stärke.

9. Um die Wichtigkeit der hufeisenförmigen Anordnung eines Elektromagneten zu zeigen, bediene ich mich u. a. eines v. Waltenhofenschen Pendels. Die Kupferscheibe S (Fig. 7) schwingt zwischen 2 Elektromagneten, deren Drahtwickelungen hintereinander geschaltet sind. Der Strom wird durch 2 Metallleisten zugeführt, zwischen denen man die Elektromagnete verschieben kann. Durch einen Eisenbügel ($B B_1$), der denselben Querschnitt besitzt wie die Eisenkerne der Elektromagnete, und dessen Backen B und B_1 bei M und M_1 angelegt werden, kann man die beiden Elektromagnete zu einem Hufeisenmagneten vereinigen. Man schließt den Strom zunächst, ohne den Bügel anzulegen und beobachtet die Wirkung der Magnete auf die schwingende Kupferscheibe. Dann wiederholt man den Versuch nach Anlegung des Bügels. Die dämpfende Wirkung ist im letzteren Falle bedeutend stärker als ohne Bügel.

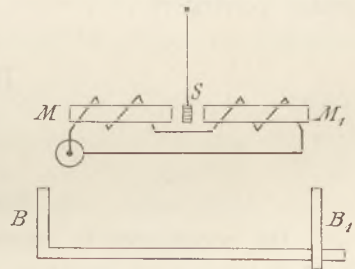


Fig. 7.

10. Zum Nachweise, daß auch innerhalb eines galvanischen Elementes ein elektrischer Strom bei geschlossenem äußeren Stromkreise fließt, kann man folgende Anordnung gebrauchen. Das Gefäß ist von der Form zweier kommunizierenden Röhren von großem Querschnitt und kurzem Verbindungsrohr. Dies letztere ist an 2 gegenüberliegenden Stellen mit Bohrungen versehen, welche durch ein Rohr mit einander verbunden sind. Durch dieses Rohr wird das Verbindungsstück eines astatischen Nadelpaares geführt, das zwischen den kommunizierenden Röhren an einem Faden befestigt ist (Fig. 8). Füllt man das Gefäß mit der Flüssigkeit des Chromsäureelementes und taucht in die kommunizierenden Röhren ein Paar breite Zink- und Kohleplatten, die mit einander verbunden sind, so schlägt das Nadelpaar kräftig aus. Durch Anbringung eines leichten wagrecht schwingenden Zeigers oder einer Scheibe senkrecht zu den Nadeln kann man den Ausschlag den Zuhörern gut sichtbar machen. Wenn man die metallische Verbindung zwischen dem Zink und der Kohle löst, so kehrt die Nadel in die Ruhelage zurück.

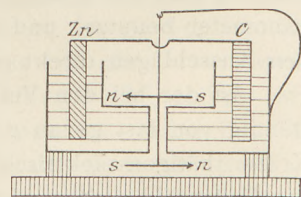


Fig. 8.

11. Eine andere Methode, die Strömung innerhalb des Elements zu zeigen, beruht darauf, daß man ein Galvanometer innerhalb eines Elementes in einen Nebenschluß schaltet. Zu dem Zwecke gieße man in eine flache Schale die Elementenfüllung und zeige zunächst, daß, wenn man zwei mit einem Galvanometer verbundene Kupferdrähte in die Flüssigkeit taucht, kein Ausschlag stattfindet. Bringt man dann ein metallisch verbundenes Zink-Kohle-Plattenpaar in die Flüssigkeit, so daß die Galvanometerdrahtenden zwischen den Platten eintauchen, so schlägt das Galvanometer sofort aus. Daß die Störung des elektrischen Gleichgewichts in der Flüssigkeit beim Eintauchen des Plattenpaares nicht nur zwischen den Platten, sondern auch außerhalb des Zwischenraumes derselben vorhanden ist, zeigt man durch entsprechendes Eintauchen der beiden Drähte, die nach dem Galvanometer führen.

12. Ein dem letzteren Versuche entsprechendes Verfahren kann man anwenden, um die Schüler über das Wesen des elektrischen Gefälles bei galvanischen Strömen zu belehren. — Man leite den Strom eines Elementes mittelst breiter Kupferplatten durch ein mit Kupfervitriollösung gefülltes Gefäß. Zwischen die Kupferplatten taucht man in die Flüssigkeit 2 Drähte, deren Abstand constant erhalten werden kann, und die nach einem Galvanometer führen. Verschiebt man bei constantem Abstände die Drähte zwischen den Platten hin und her, so bleibt der Ausschlag des Galvanometers ungeändert. Vergrößert man den Drahtabstand in der Flüssigkeit, so nimmt der Ausschlag zu, der sich umgekehrt verkleinert, wenn man die Entfernung der Fühl-drähte verringert.

Das magnetische Feld.

Von

M. de Waha in Luxemburg.

1. Die Induktionserscheinungen.

Die wichtigsten in einem magnetischen Felde auftretenden Erscheinungen sind die Induktionserscheinungen; alle anderen können auf diese zurückgeführt werden.

Zu den hier angeführten Versuchen ward ausschließlichs ein schon älteres, von Edelman in München hergestelltes, gewöhnliches Galvanometer mit Glockenmagnet und kleinem Spiegel gebraucht. In etwa einem Meter Abstand war eine einfache Petroleumlampe aufgestellt, auf deren Glascylinder ein feiner Platindraht in vertikaler Richtung befestigt war. Zwischen Lampe und Spiegel stand eine Convexlinse, die auf einer etwa drei bis vier Meter vom Spiegel entfernten Papierskala ein ziemlich scharfes Bild des Platindrahtes entwarf. Das Instrument wurde als ballistisches Galvanometer benutzt, und in der gegebenen Aufstellung wurden die Stromintensitäten den Ausschlägen direkt proportional angenommen.

Ist der bei den Versuchen durch das Galvanometer führende Stromkreis beständig von fast genau gleichem Widerstande, so können auch die jedesmaligen im Kreise thätigen elektrischen Kräfte bis zu einem gewissen Grade als den Ausschlägen des Fadenbildes proportional gesetzt werden.

Als Felderreger dienen meistens eine von einem Strome von vier Ampère durchflossene Spule, dann ein mittelst derselben Spule hergestellter Elektromagnet, und endlich ein gleich langer, cylinderförmiger Stabmagnet.

Wird eine beliebige Versuchsspule mit dem Galvanometer verbunden und in eine geeignete Stelle in Bezug auf den Felderreger gebracht, dann das Feld hergestellt oder unterdrückt, vermehrt oder vermindert, so lassen sich die allbekannt-

Induktionserscheinungen sehr leicht experimentell darstellen, so z. B. der Einfluss der Stromstärke, der Tourenzahl, der in die Erregerspule hineingeschobenen Eisenstäbe u. s. w.

Unter den verschiedenen Ergebnissen soll folgendes hervorgehoben werden:

„Jede Änderung in der Einwirkung des Feldes auf die Versuchsspule erweckt in dieser elektrische Kräfte, und zwar ist eine Vermehrung der Einwirkung stets von Schließungskräften, eine Verminderung von Öffnungskräften begleitet.“

Inwieweit diese Bezeichnungen sich rechtfertigen, mag dahingestellt bleiben.

Die Untersuchung der in einem Felde auftretenden Induktionskräfte, in Bezug auf Richtung und Wert, beruht auf folgenden Voraussetzungen:

1. Die geometrische Achse des cylindrischen Felderregers ist gleichzeitig die Achse des vom Erreger hervorgebrachten Feldes.

2. Legt man durch den Mittelpunkt des Erregers eine zur Achse senkrecht stehende Ebene, so teilt sie den Erreger und das ganze Feld in zwei symmetrische Hälften. Diese Ebene kann also die Äquatorialebene genannt werden.

3. Denkt man sich in dieser Ebene verschiedene Kreislinien gezogen, deren Mittelpunkte mit dem Mittelpunkt des Erregers zusammenfallen, so sind alle in den verschiedenen Punkten einer dieser Kreislinien entstehenden Induktionskräfte einander gleich und ihre Richtung liegt in der Kreislinie selbst.

4. Befindet sich in dem Felde irgend eine der Äquatorialebene parallele Kreislinie, deren Mittelpunkt auf der Achse liegt, so sind auch alle in dieser Linie erzeugten Induktionskräfte untereinander gleich und haben die durch die Kreislinie angegebene Richtung.

Die Versuchsspulen, welche zur Untersuchung des Feldes dienten, wurden folgendermaßen hergestellt. Aus einer ziemlich großen Glasscheibe wurden acht bis zehn Ringe geschnitten. Ein jeder wurde auf beiden Seiten mit Papierstreifen beklebt, sodafs das Papier nach aufsen hin etwas über den Rand hervorragte; dann wurden auf jeden dieser Ringe genau dieselbe Zahl Windungen (15) eines feinen, gut übersponnenen Kupferdrahtes gelegt. Die hierzu gebrauchten Drähte hatten alle dieselbe Länge und waren von demselben Stücke abgeschnitten, sodafs der elektrische Widerstand aller Versuchsspulen als gleich betrachtet werden durfte. Der noch übrige, nicht zu den fünfzehn Windungen verwandte Teil eines jeden Drahtes ward auf einen von dem Glasringe herabhängenden, leichten Cylinder aus Pappe gewickelt.

Zuerst wird die größte der Versuchsspulen mit dem Galvanometer verbunden und dann in die Äquatorialebene gestellt, sodafs ihre Achse mit jener des Feldes zusammenfällt. Dann wird das Feld erregt und der durch den Induktionsstrom bewirkte Ausschlag notiert. Wird jetzt das Feld unterdrückt, so ist gewöhnlich der alsdann entstehende Ausschlag dem ersteren gleich. Nachdem nun die Versuchsspule etwa zwei Centimeter nach dem Ende des Felderregers hin gerückt, sodafs ihre Achse stets mit jener des Feldes zusammenfällt, verfährt man wie vorher und bestimmt auch für diese Stelle die entsprechende elektrische Kraft. Nun wird die Versuchsspule wieder zwei Centimeter weiter gerückt, die der neuen Stelle entsprechende Kraft bestimmt und so fortgefahren, bis man am Ende des Feldes angelangt ist.

Dasselbe Verfahren wird mit einer jeden der anderen Versuchsspulen ausgeführt.

Dient der Magnetstab als Erreger, so wird derselbe jedesmal aus ziemlicher Entfernung durch eine rasche Bewegung in die vorher genau bezeichnete Lage gebracht. Umgekehrt kann man denselben auch zuerst in die Achse der Versuchsspule an geeigneter Stelle hineinlegen und dann durch einen kräftigen Ruck entfernen.

Dividiert man jedesmal den erhaltenen Ausschlag des Fadenbildes durch den Durchmesser der gebrauchten Versuchsspule, so ist der Quotient der in der Längeneinheit des jeweiligen Parallelkreises entstandenen elektrischen Induktionskraft proportional. Um ein Bild der Verteilung der Kräfte im Felde zu erhalten, betrachtet man die Papierfläche als eine durch die Achse des Feldes gelegte Meridianebene, zeichnet darauf die Lage des Erregers und seiner Achse, merkt alsdann die verschiedenen Punkte, für welche die elektrische Kraft bestimmt wurde und schreibt daneben den erhaltenen Wert.

Um die Verteilung der im Felde erzeugten Kräfte anschaulich zu machen, legt man durch alle gleichwertigen Punkte eine kontinuierliche Linie und erhält so ein Liniensystem von gleichen elektrischen Induktionskräften. Zu bemerken ist, daß diese Linien eigentlich Rotationsflächen darstellen.

Notiert man auf einer zweiten Zeichnung neben jeden der untersuchten Punkte des Feldes den erhaltenen Ausschlag selbst und verbindet wie vorher alle gleich notierten Punkte durch eine Kurve, so erhält man ein zweites Liniensystem, welches ebenfalls eine Charakteristik des untersuchten Feldes abgibt.

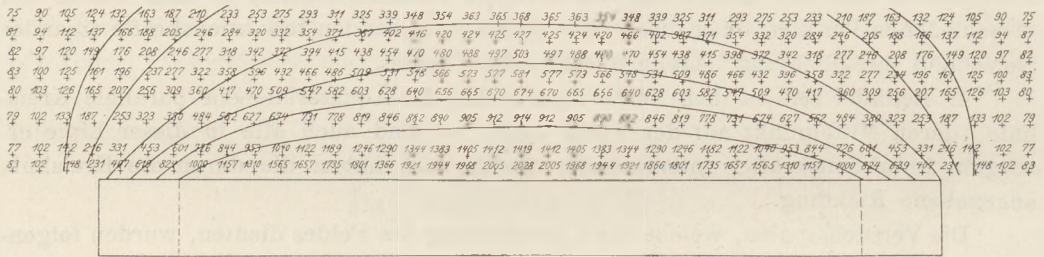


Fig. 1.

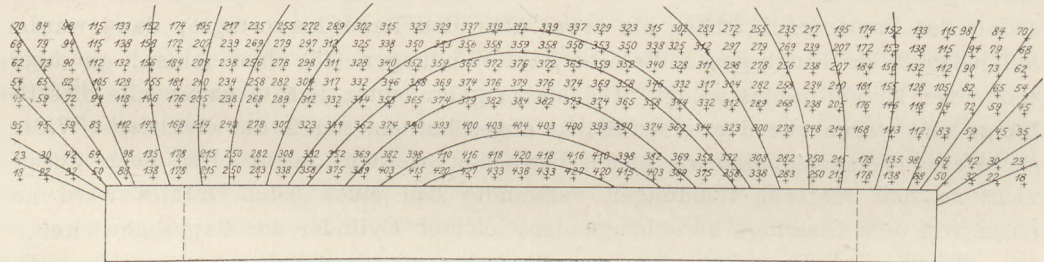


Fig. 2.

Ein Vergleich der erhaltenen Zeichnungen ergibt, daß die Liniensysteme derselben Art für ein jedes der drei Felder denselben Verlauf haben, woraus folgt, daß die elektrischen Induktionskräfte in den magnetischen Feldern auf analoge Art verteilt sind, es mag nun der Erreger eine Spule, ein Magnet oder ein Elektromagnet sein.

Auffallend ist die Ähnlichkeit des zweiten Liniensystems mit den sogenannten magnetischen Kraftlinien, welche, wie allbekannt, durch Aufstreuen eiserner Feilspäne erhalten werden. (Fig. 1 und 2 stellen die beiden Liniensysteme des durch den Elektromagneten eines Rühmkorffschen Apparates erregten Feldes verkleinert dar.)

Auf gleiche Art wie vorher beschrieben läßt sich die Einwirkung des Feldes auf eine Versuchsspule ermitteln, deren Achse nicht mit jener des Feldes zusammenfällt, sondern an irgend einer Stelle des Feldes steht. So findet man z. B. daß der in einer kleinen Spule erzeugte Induktionsstrom sein Maximum erreicht, wenn die Achse

dieser Spule tangential zu der durch deren Mittelpunkt gehenden Kraftlinie gerichtet ist. Dasselbe geschieht, wenn ein kleiner Eisenstab in die Spule hineingelegt wird.

Die so ausgeführte Untersuchung des magnetischen Feldes zeigt, daß in der sogenannten Indifferenzzone, und zwar gerade in der Mitte derselben, also in der Äquatorialebene, die elektrischen Induktionskräfte ihr Maximum erreichen. Um in einer gegebenen Spule die größte elektrische Kraft hervorzurufen, muß man sie in die Äquatorialebene des Erregers stellen und zwar so, daß ihre Achse mit jener des Feldes zusammenfällt. In jeder anderen Stelle ist die in der Spule entwickelte Kraft geringer. Führt man die Spule aus der Äquatorialebene nach den Enden des Erregers hin und darüber hinweg, so nimmt die Induktionskraft stetig ab.

Demgemäß ist ein magnetisches Feld als ein unzertrennliches Ganze zu betrachten, das in geometrischer Hinsicht nicht durch seine Pole, sondern durch seine Äquatorialebene dargestellt werden kann. Jedenfalls kommt man damit der Wirklichkeit näher, als wenn man die Magnetpole als an und für sich bestehende Ausgangspunkte von bestimmten Kräften ansieht. Der Kreisstrom kann als Symbol des Magnetfeldes angesehen werden.

2. Die magnetelektrischen Maschinen.

Zweck dieser Maschinen ist, mechanische Arbeit in elektrische Energie umzuwandeln.

Eine mit dem Galvanometer verbundene Spule ist in einem beliebigen Punkte A eines Magnetfeldes aufgestellt. Wird das Feld erregt, so entstehen in allen Teilen dieser Spule Induktionskräfte, deren Resultierende durch den Ausschlag des Fadenbildes gemessen wird. Wir wollen sie mit V bezeichnen und sie die Induktionskraft des Feldes im Punkte A nennen. Bewegen wir jetzt die Spule ruckweise von der Ausgangsstelle A bis zu einer Endstelle B , so entsteht bei jedem Rucke in der so bewegten Spule eine Induktionskraft, welche, wie vorher, durch den Galvanometerausschlag gemessen wird. Es ist bei diesen Bewegungen darauf zu achten, daß jeder der der Spule erteilten Impulse nur ganz kurze Zeit dauert; jedenfalls muß die Bewegungsdauer klein sein in Bezug auf die Schwingungsdauer des Glockenmagneten. Die bei den aufeinanderfolgenden Rucken erhaltenen Ausschläge seien mit f_1, f_2, f_3 etc. bezeichnet. Ist man an der Endstelle B angelangt, so bestimmt man schliesslich die dieser Stelle entsprechende Induktionskraft und bezeichnet sie mit V' .

Es stellt sich jetzt heraus, daß $V - V' = f_1 + f_2 + f_3 + \text{etc.}$

Die Summe der Ausschläge, welche man bei ruckweiser Verschiebung der Spule von der Anfangsstelle A bis zur Endstelle B beobachtet, ist gleich dem Unterschied der Ausschläge, die bei Herstellung des Feldes entstanden sind, als die Spule sich zuerst an der Ausgangsstelle, dann in der Endstelle befand.

Bei diesen Versuchen ist darauf zu achten, daß man den Einfluß des erdmagnetischen Feldes eliminiert oder demselben Rechnung trägt und daß, bei einem gegebenen Rucke, nicht zugleich ein Öffnungs- und auch ein Schließungsstrom entstehe.

Denkt man sich jetzt, daß man die Spule, statt ruckweise, durch eine kontinuierliche, gleichförmige Bewegung von der Ausgangsstelle bis zur Ankunftsstelle überführe und dabei genau denselben Weg befolge wie vorher, so wird die Spule zum Sitz einer beständig andauernden elektrischen Kraft, deren Mittelwerth $\frac{f_1 + f_2 + f_3 + \text{etc.}}{T}$

beträgt, wenn T die Dauer der Bewegung bezeichnet. Hieraus folgt: $f_m = \frac{V - V'}{T}$.

„Die mittlere elektrische Kraft, welche entsteht, wenn man eine Spule in einem constanten Magnetfelde gleichförmig hinbewegt, ist dem Unterschied der an den beiden Endpunkten der durchlaufenen Bahn wirkenden Kräfte direkt, der Dauer der Bewegung jedoch umgekehrt proportional.“

Bemerkenswert ist, daß diese Kraft von dem Wege selbst unabhängig ist. Das arithmetische Maximum von f_m wird erreicht, wenn $V' = 0$, V einen maximalen und T einen minimalen Wert hat. $F_m = \frac{V}{T}$ (Rühmkorffscher Apparat). Für das algebraische Maximum wird $V' = -V$, mithin $F_m = \frac{2V}{T}$, worin wieder V einen maximalen und T einen minimalen Werth besitzt. (Magnetelektrische Maschinen.)

Die Verwirklichung der letzteren Annahme kann durch verschiedene mechanische Combinationen geschehen. Zur Erklärung in theoretischer Hinsicht diene folgendes Schema.

NS und $N'S'$ (Fig. 3) sind zwei ganz gleiche Spulen; ihre Achsen fallen zusammen und die sich gegenüberstehenden Enden S und S' sind gleichnamig. Bei Herstellung des Doppelfeldes wird in einer in der Äquatorialebene A aufgestellten Ankerspule eine Kraft V erregt; befände die Ankerspule sich in A' , so wäre die Kraft $-V$; die Summe der in der Ankerspule entwickelten Kräfte bei ruckweiser Bewegung von A bis A' beträgt $2V$. Wird also diese Spule in möglichst kurzer Zeit von A nach A' oder rückwärts von A' nach A bewegt und werden gleichzeitig die beiden Erregerspulen NS und $S'N'$ in möglichst kräftige Elektromagnete verwandelt, so ist die mittlere Induktionskraft ein Maximum; ihr Wert beträgt $\frac{2V}{T}$ bei Vorwärts- und $-\frac{2V}{T}$ bei Rückwärtsbewegung.

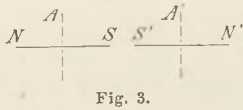


Fig. 3.

Wegen mechanischer Schwierigkeiten ist diese Anordnung nicht in die Praxis übergegangen. Das Prinzip findet jedoch überall Anwendung.

Bei der Maschine von Gramme (Fig. 4) sind NS und $N'S'$ die Erreger, $nmsm'n$ der sogenannte Grammsche Ring. Geht eine Spirale aus der Äquatoriallage m durch s, s' bis m' , so entstehen in ihr beständig gleichgerichtete elektrische Kräfte, deren Mittelwert $\frac{2V}{T}$ beträgt, wo T die Dauer der Bewegung und V die in der Spirale entstehende Kraft bezeichnet, wenn selbe sich in m oder m' befindet und das Feld plötzlich erregt wird.

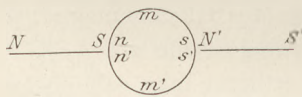


Fig. 4.

3. Die Umwandlung mechanischer Arbeit in elektrische Energie.

Die beiden Elektromagnete $NS, N'S'$, Fig. 5, bilden ein Doppelfeld und zwar so, daß die sich gegenüberstehenden Endpunkte S und N' ungleichnamig sind. In der Mitte des Feldes hängt an einem Bindfaden eine Spule, deren beide Enden unter derselben in vertikaler Richtung hervorragen, ohne sich jedoch zu berühren. Man erteilt dem Bindfaden eine gewisse Torsionsenergie und überläßt die Spule sich selbst. Gleich beginnt sie sich zu drehen und fährt in der Drehung fort, das Feld mag erregt sein oder nicht.

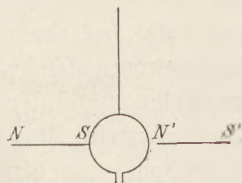


Fig. 5.

Jetzt werden die beiden Enden mit einander in Berührung gebracht, sodafs die Spule einen geschlossenen Leiter bildet. Nachdem man, bei offenem Felde dem Faden wieder die gehörige Torsionsenergie erteilt hat, beginnt

die Spule sich zu drehen wie vorher; erregt man das Feld, so steht sie still, beginnt jedoch gleich wieder ihre Drehbewegung, wenn das Feld verschwindet.

In dem Augenblicke, wo die Spule still steht, befindet sie sich noch immer unter dem Einflusse der vom Bindfaden ausgehenden Drehkraft. Da jedoch die Torsion des Fadens nicht hinreicht, die Spule in Drehung zu erhalten, muß sie in dem Felde einen Widerstand finden, den sie nicht im stande ist, zu überwinden.

Es geht nicht an, diesen Widerstand auf eine etwaige Anziehung oder Abstofsung von elektrischen Strömen zurückführen zu wollen, denn, da die Spule still steht, kann in derselben kein Strom vorhanden sein. Die Erklärung muß also anderswo gesucht werden.

Bewegt sich die geschlossene Spule im erregten magnetischen Felde, so wird sie bei jeder auch noch so kleinen Bewegung von einem elektrischen Strome durchflossen; es wird in derselben elektrische Arbeit geleistet. Die hierzu nötige Energie muß von der dem Bindfaden erteilten Energie geliefert werden. Ist also die bei einer minimalen Drehung der Spule freiwerdende Torsionsenergie nicht größer als die gleichzeitig zu leistende elektrische Arbeit, so kann die Spule sich nicht drehen, sie steht still.

Bei nicht erregtem Felde oder bei offener Spule wird fast keine elektrische Arbeit geleistet; die Spule dreht sich in einem fort. Bei geschlossener Spule und schwachem Felde dreht sie sich ebenfalls, wenn auch langsamer.

Ganz ähnlich ist der Vorgang, wenn man einen Körper auf eine schiefe Ebene legt. Ist die beim Gleiten zu leistende Reibungsarbeit größer als die freiwerdende Energie der Schwere, so kann kein Gleiten stattfinden; der Körper beharrt in der Ruhelage. In dieser Lage wird keine Wärme erzeugt, und somit kann die Ursache der Hemmung nicht in etwaigen Wirkung der beim Gleiten entstehenden Wärme gesucht werden, obschon es genügt, das Entstehen der Wärme zu verhindern, um das Hinabgleiten hervorzubringen.

Von dem magnetischen Felde kann man sich folgende Vorstellung machen: Beim Eintritt des Stromes in den Erreger entstehen in diesem die den elektrischen Strom bedingenden Zustandsänderungen, welche von dem umgebenden Raume nach allen Richtungen hin fortgepflanzt werden. Es sind diese Änderungen statische, nicht dynamische. Ist der das Feld bildende Raum homogen, so sind die in demselben auftretenden Spannungen überall derselben Art; Richtung und Größe ändern jedoch von einer Stelle zur anderen.

Bringt man von außen einen Körper in das Feld, so unterliegen seine Teile der Einwirkung der vorhandenen Spannungen; sie erleiden eine Zustandsänderung, sodafs im magnetischen Felde der Körper andere Eigenschaften besitzt als im natürlichen Zustande. Da der Körper dem Auftreten dieser Änderungen einen mehr oder minder großen Widerstand entgegensetzt, so muß man bei Einführung desselben in das Feld Arbeit leisten, sie mag noch so gering sein. Aber auch bei der Bewegung des Körpers im Felde selbst muß Arbeit verrichtet werden, wenn man annimmt, daß in den verschiedenen Stellungen, die der Körper bei seiner Bewegung einnimmt, die ihm aufgezwungenen Zustandsänderungen weder an Größe noch an Richtung dieselben bleiben. Jede Änderung der Spannungsverhältnisse im Körper ist vom Auftreten elektrischer Kräfte begleitet. Ist mithin der Körper ein geschlossener Leiter, das heifst, ist die Verkettung seiner Moleküle derart, daß das Auftreten einer elektrischen Kraft notwendigerweise das Entstehen eines elektrischen Stromes bedingt, so kann die in dem Körper zu leistende Arbeit bei Bewegung desselben im Felde eine sehr beträchtliche werden.

4. Die Stabmagnete.

Eine von einem Strome durchflossene Spule und ein einfacher Stabmagnet bilden nach aufsen hin Felder, deren Haupteigenschaften fast genau dieselben sind. Hieraus folgt, daß das, was in einer Spule das magnetische Feld bedingt, auch in einem gewöhnlichen Magneten sich vorfinden muß und umgekehrt.

Beim Magnetisieren eines Stahlstabes werden seine Teile in eine besondere Spannungslage gebracht und durch die sogenannte Coërcitivkraft verhindert, wieder in die gewöhnliche Lage zurückzukehren. Desgleichen werden beim Durchgange eines Stromes die Teile des Leiters in eine Spannungslage gebracht und hierin durch die elektrische Kraft festgehalten. Neben den dynamischen Vorgängen, die sich in jedem Leiter beim Durchgange des Stromes vollziehen, bestehen statische Zustandsänderungen. Beide Vorgänge, statische und dynamische, sind eng mit einander verbunden.

Genau dasselbe findet sich in jeder dynamischen Maschine. Ist z. B. ein Eisenbahnzug in Bewegung, so strömt die von der Lokomotive ausgehende Energie kontinuierlich durch die Reihe der Wagen bis zum letzten hin und wird in Bewegungsarbeit, Wärme u. s. w. umgewandelt. Gleichzeitig entstehen in jedem Teile des ganzen Zuges elastische Spannungen, d. h. statische Änderungen, deren Wert von jenem des Energiestromes abhängt.

Die im Inneren einer Spule durch den elektrischen Strom hervorgerufenen statischen Zustandsänderungen unterscheiden sich von einander durch ihre Größe und ihre Richtung. Welches sind jetzt die Richtungen dieser Änderungen in einem gewöhnlichen Stabmagneten? Sind sie spiralförmig, wie in der Spule, oder bilden sie vielmehr kreisförmige, in sich geschlossene Bahnen? Und in letzterem Falle, greifen sie den Gesamtmagneten oder bloß gewisse Atomcomplexe an?

Bei mechanischer Zerteilung eines Stabmagneten findet man, daß jedes Teilchen an und für sich schon einen Magneten bildet. Hieraus schließt man, daß die magnetischen Eigenschaften bedingenden Zustandsänderungen in den Atomcomplexen in sich geschlossene Bahnen haben. Die Voraussetzung, daß im Momente der mechanischen Abtrennung eines Teiles die Richtungen der Zustandsänderungen andere werden, hat bis jetzt keinen Anklang gefunden. Und doch ist dem so, denn man mag die beiden Stücke, in die man einen Magneten in longitudinaler oder transversaler Richtung zerlegt hat, so genau zusammenkitten wie man will, man wird doch nie einen dem ersten identischen Magneten erhalten.

Alle Versuche zeigen, daß Erreger und Feld als ein Ganzes zu betrachten sind. Jede Änderung im Felde wirkt auf den Erreger zurück und umgekehrt jede mechanische oder sonstige Einwirkung auf den Erreger ist von einer Änderung im magnetischen Zustande des Feldes begleitet.

5. Die Selbstinduktion.

Wir denken uns einen Eisenbahnzug, der mit gleichförmiger Schnelligkeit über die horizontalen Schienen dahinrollt. Dann fließt stetig ein Energiestrom von der Lokomotive bis zum letzten Teilchen des Zuges. Sind die Kuppelungsvorrichtungen zwischen den Wagen durch Kräftermesser ersetzt, so sinken die Angaben dieser Instrumente vom ersten bis zum letzten, und das Kraftgefälle von einem derselben bis zum nächstfolgenden ist genau gleich dem Widerstande, den der zwischen den beiden Kräftermessern befindliche Wagen dem Antriebe der Lokomotive entgensetzt. In

dem Zuge ist Energie aufgespeichert und zwar nicht nur Bewegungsenergie, sondern auch Spannungsenergie. Wird jetzt einer der Wagen gebremst, so vermindert sich die Intensität der Bewegung des Zuges; das diesem Wagen entsprechende Kraftgefälle wächst desto mehr und desto rascher, je kräftiger und schneller die Bremse arbeitet. Nicht allein von der Lokomotive, sondern von allen Wagen des Zuges strömt die Energie nach dem gebremsten Wagen hin und wird dort in Arbeit umgewandelt. Ist die Bremsevorrichtung hinreichend, so wird der Zug zum Stehen gebracht, auch dann wenn die Zugkraft der Lokomotive stetig dieselbe bleibt. Bezieht man die in dem gebremsten Wagen verrichtete Arbeit auf die Zeiteinheit, so ist der Effekt desto gröfser, je rascher und kräftiger die Bremse wirkt und je mehr Energie in dem Zuge aufgespeichert war.

Einen genau gleichen Vorgang findet man bei den elektrischen Strömen. Wird ein Teil eines Stromkreises gebremst, d. h. wird dessen Widerstand vermehrt, so wird die Intensität vermindert; das diesem Teile entsprechende Kraftgefälle steigt rasch an; die in dem Stromkreise aufgespeicherte Energie strömt nach dem gebremsten Teile hin und wird dort in Arbeit umgesetzt.

Eine sehr kräftige Bremsevorrichtung besteht in der Einführung einer Luftschicht an einer Stelle des Kreises. Der so erzielte Effekt ist um so gröfser, je rascher die Einführung und mithin die Unterbrechung des Stromes vor sich gegangen und je mehr Energie in dem vom Strome gebildeten Felde aufgespeichert war. Letztere Energie hängt vor allem ab von der Intensität des Stromes selbst. Sie nimmt zu mit der Ausdehnung des vom Strome gebildeten Feldes. Bei langer Leitung und gleicher Intensität ist der Unterbrechungsfunke intensiver als bei kurzer Leitung.

Die aufgespeicherte Feldenergie wird aber bedeutend vermehrt, wenn man der Leitung die Form einer Spule giebt. Ist bei der Spulenwicklung die erste Windung hergestellt, so bildet dieselbe ein magnetisches Feld, in dem Wirkung und Rückwirkung einander gleich sind. Durch Anlegen einer zweiten Windung an die erste wird das Gleichgewicht gestört, da die Rückwirkung des Feldes auf die erste vermindert wird. Der Strom mufs also neue Energie an das Feld abgeben, die Zustandsänderung mufs vermehrt werden, bis die neue Rückwirkung der Wirkung das Gleichgewicht hält. Ebenso wiederholt sich der Vorgang beim Anlegen einer jeden neuen Windung.

Noch viel bedeutender kann die potentielle Energie des Feldes vermehrt werden, wenn man einen Cylinder von weichem Eisen in die soeben gebildete Spule bringt. Eisen besitzt eine viel gröfsere magnetische Elastizität als irgend ein anderer Körper; unter Einwirkung einer gegebenen Kraft erleidet es eine sehr beträchtliche Zustandsänderung, bevor Rückwirkung und Wirkung gleich werden. In dem Felde eines Elektromagneten ist die Zustandsänderung und mithin die aufgespeicherte Energie viel gröfser als bei einfacher Spule.

6. Der lineare Felderreger.

AMB (Fig. 6) stellt einen cirkularen Stromkreis dar; A ist der positive, B der negative Pol. Diesen Kreis kann man an der Berührungsstelle von A und B trennen und in einen geradlinigen entwickeln, wie Fig. 7 zeigt. Es sei CD ein zur Stromesrichtung senkrecht stehendes Stück eines geschlossenen Leiters. Bewegt man das Leiterstück der Stromesrichtung entlang nach $C'D'$ hin und zwar so, dafs es immer senkrecht zu derselben gerichtet bleibt, so zeigt der Versuch, dafs in diesem Leiterstück elektrische Kräfte auftreten und ein Induktionsstrom die Leitung durchfliefst. Wird

das Leiterstück nach rückwärts zu genau auf dieselbe Art bewegt, so treten wieder in demselben elektrische Kräfte auf, welche den vorigen entgegengesetzt gerichtet sind.

Nach dem Induktionsgesetze können bei der Bewegung eines Leiters in einem Magnetfelde nur dann elektrische Kräfte auftreten, wenn der Leiter sich durch Stellen

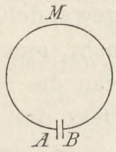


Fig. 6.

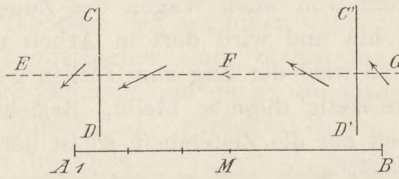


Fig. 7.

verschiedener magnetischer Spannung hindurch bewegt. Hieraus folgt, daß in einem durch einen geraden Strom erregten Magnetfelde die elektrischen Induktionskräfte der Stromesrichtung nicht parallel gerichtet sein können. Die im Felde vorhandenen magneti-

schen Spannungen müssen eine zur Stromesrichtung senkrecht stehende Componente haben, sonst wäre der Versuch, wie soeben beschrieben, unmöglich.

Es sei EFG (Fig. 7) eine durch das Feld gezogene mit AB parallele Linie. In der Mitte F dieser Linie ist die entstehende elektrische Induktionskraft aus Gründen der Symmetrie der Richtung AB gleichlaufend und z. B. nach E hin gerichtet. Geht man von F nach G , so entfernen sich die in den verschiedenen Punkten vorhandenen Spannungen immer mehr von der horizontalen Richtung, sodafs gegen das Ende G die Spannungsrichtung sich am meisten der vertikalen nähert. Dasselbe geschieht, wenn man sich von F nach E hin bewegt. Da die Spannungsrichtung zwischen G und E überall von rechts nach links geht, so hat sie in jedem Punkte der Linie EG mit Ausnahme von F gleichzeitig eine vertikale und eine horizontale Componente. Die vertikale Componente wächst von F nach G und von F nach E hin; rechts ist sie nach oben, links nach unten gerichtet.

Bewegt man einen geradlinigen Leiter von A nach B hin (Fig. 7), so daß derselbe stets eine auf AB senkrecht stehende Richtung beibehält, so nehmen die Spannungen, in dem Leiter von A bis M ab, von M bis B aber wieder zu. Da nun aber diese Spannungen in den beiden Hälften des Feldes eine entgegengesetzte Richtung haben, so sind die durch die Bewegung erzeugten Induktionskräfte während der ganzen Dauer der Bewegung von A bis B gleich gerichtet.

Wird der ursprüngliche Kreisstrom (Fig. 6) wieder hergestellt, so verwandelt in dem neuen Felde die Gerade EG der Figur 7 sich in eine Kreislinie. Die Richtungen der in den verschiedenen Punkten dieser Linie auftretenden Spannungen fallen jedoch nicht in die Kreislinie selbst, sondern bilden mit derselben veränderliche Winkel und sind theils nach außen, theils nach innen hin gerichtet.

Hieraus folgt zuerst, daß das Feld einer Spule nicht jene Regelmäßigkeit besitzt, die wir ihm im Anfange dieser Arbeit zuerkannt haben, ferner, daß die magnetischen Kraftlinien nicht mit den Linien der Figur 1 übereinstimmen können, und endlich, daß, wenn man einen geradlinigen Leiter senkrecht um die Achse einer Spule herum bewegt, derselbe zum Sitz einer stets gleich gerichteten Induktionskraft wird, deren Richtung nur mit dem Sinne der Bewegung sich ändert. Auch können auf diese Art verschiedene unipolare Induktionserscheinungen sofort erklärt werden.

7. Die Umwandlung elektrischer Energie in mechanische Arbeit.

Gleich wie mechanische Arbeit durch das Vorhandensein magnetischer Spannungen in elektrische Energie umgewandelt wird, so entstehen auch umgekehrt unter dem Einfluß solcher Spannungen geeigneten Falles mechanische Wirkungen, welche die Umsetzung elektrischer Energie in Bewegung zur Folge haben.

Diese Umwandlung wird durch folgende Betrachtungen begründet.

Befindet sich ein Energiecentrum in einem gegebenen Mittel im Gleichgewicht, so zwar, daß nach allen Richtungen hin Wirkung und Rückwirkung einander gleich sind, und es tritt jetzt in einem Punkte des Mittels ein zweites Energiecentrum auf, welches die in der Verbindungslinie der beiden Centren vorhandene Rückwirkung verstärkt, so entsteht dadurch eine Kraft, welche die Centren von einander zu entfernen sucht.

Bewirkt im Gegenteil das zweite Energiecentrum eine Schwächung der in der Verbindungslinie vorhandenen Rückwirkung, so werden die beiden Centren in dieser Richtung zu einander hingedrängt.

Für den speziellen Fall der Einwirkung zweier magnetischer Felder auf einander läßt sich dieses folgendermaßen ausdrücken.

Wenn zwei Magnetfelder auf einander einwirken, so suchen sie sich gegenseitig solche Bewegungen zu erteilen, daß die durch diese Bewegungen in den Erregern hervorgerufenen Induktionskräfte den schon dort wirkenden Kräften entgegengesetzt und gleichzeitig einen größtmöglichen Wert erlangen.

Hieraus lassen sich die verschiedenen Anziehungs- und Abstofsungserscheinungen zwischen Strömen, Spulen und Magneten ableiten. Das magnetische Feld kann also dazu dienen, mechanische Arbeit in elektrische Energie, aber auch umgekehrt, elektrische Energie in Bewegungsarbeit zu verwandeln.

Von jeher dienen die Anziehungs- und Abstofsungserscheinungen als Ausgangspunkt und als Grundlage aller elektrischen und magnetischen Theorien. Vorstehende Arbeit bezweckt, die Möglichkeit darzuthun, diese Erscheinungen als einfache Folge der durch das Agens in dem umgebenden Raume hervorgerufenen Spannungsverhältnisse zu betrachten.

Das Sehen mittels enger Öffnungen.

Von

J. Jung in Pilsen.

Bekannt ist die Thatsache, daß ein genügend helles Objekt durch eine sehr kleine Öffnung hindurch stets ziemlich scharf begrenzt gesehen wird, selbst wenn das Auge für die betreffende Objektentfernung nicht accommodiert ist. Bekannt sind ferner die „entoptischen Erscheinungen“, bei denen Objekte sichtbar werden, welche zwischen der Netzhaut und dem Schirm mit kleiner Öffnung liegen. Im Folgenden sollen nun die verschiedenen Möglichkeiten besprochen werden, die durch verschiedene Reihenfolge von Objekt, Schirm und Auge einerseits und verschiedene Accommodation des Auges andererseits für diese Art von Sehen sich ergeben. Es wird sich dabei zeigen, wann das Objekt aufrecht erscheint und wann verkehrt, und in welchen Fällen beim Verschieben des Schirmes das festgehaltene Objekt scheinbar größer oder aber kleiner wird.

Ein eigentliches Hindurchblicken findet natürlich nur statt, wenn der Schirm zwischen dem Auge und dem entweder selbstleuchtenden (z. B. Kerze) oder dunkeln Objekt steht. Im letzteren Falle, z. B. beim Betrachten einer Nadelspitze, ist ein heller Hintergrund notwendig. Steht hingegen das Objekt zwischen Schirm und Auge, so dient die Schirmöffnung als punktförmige Lichtquelle für das notwendigerweise dunkle Objekt und kann auch durch einen glänzenden Punkt ersetzt werden.

Das dioptrische System des Auges entwirft nun „Bilder“ sowohl vom Objekt als von der Schirmöffnung. Den Ort dieser Bilder muß man in Betracht ziehen, wenn man die Gesichtswahrnehmung in irgend einem der möglichen Fälle ableiten will. Offenbar gehen

von dem Objektbild nur solche Strahlen wirklich aus, die auch Strahlen des Öffnungsbildes sind. Man muß also das erstere vom Bildpunkte der Schirmöffnung aus auf die Netzhaut projizieren und gelangt so zu einem natürlich nicht „reellen“ Netzhautbild des betrachteten Gegenstandes, dessen Zustandekommen demjenigen der Bilder in einer linsenlosen „Camera obscura“ entspricht. Daher ist die Lichtstärke nur sehr gering; um sie zu vergrößern, müßte auf Kosten der Deutlichkeit jenes Netzhautbildes die Schirmöffnung wachsen; je größer jedoch das Bild der Öffnung wird, um so weniger kann von einem Projizieren des Objektbildes aus einem Punkte gesprochen werden. Wenn nicht gerade Schirmebene und Netzhautenebene einander optisch entsprechende Ebenen sind, dann erscheint als Gesichtsfeld eine ziemlich scharf begrenzte, matt erleuchtete Kreisfläche, eine Folge der Begrenzung des Strahlenganges durch die Pupille des Auges. Dieses Gesichtsfeld enthält dann mehr oder minder schattenhaft die „Bilder“, von denen die Rede sein soll.

Außer den Orten O , des Objektes, und S , der Schirmöffnung, auf der Augenachse ist maßgebend die Lage desjenigen Punktes N , welchem bei der gerade vorhandenen Krümmung der Augenlinse der Achsenpunkt N' der Netzhaut entspricht. Weil ein in N etwa befindlicher Gegenstand auf der letzteren scharf abgebildet würde, indem sein reelles Bild in der Netzhautenebene zustande käme, werde N als „Deutlichkeitspunkt“ bezeichnet. Befindet er sich vor dem Auge in endlicher, womöglich geringer Entfernung, dann hat man entweder ein (erheblich) kurzsichtiges oder ein auf geringen Abstand accommodiertes, normales Auge vor sich. Auch durch Vorsetzen einer Convexlinse wird dieser Fall herbeigeführt. Für diesen Fall nun lassen sich alle Möglichkeiten unserer Bilderzeugung verwirklichen. Zunächst stehe das Objekt „vor“ dem Deutlichkeitspunkte, es befinde sich also O ausserhalb der Strecke NN'

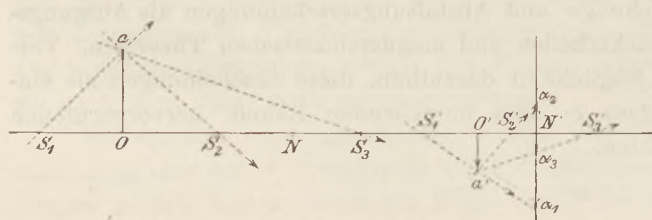


Fig. 1.

(Fig. 1). Da Objektpunkt und Bildpunkt immer im selben Sinne auf der Achse sich verschieben, so befindet sich das reelle, umgekehrte Bild $O'a'$ von Oa auch „vor“ der Netzhaut, und wenn wir als erste Schirmstellung einen Punkt S_1 noch vor dem Objekte wählen, so

wird das Öffnungsbild vor dem Objektbild, also in der Figur links von O' in S_1' zustande kommen. Das oben erwähnte Projizieren des Bildes $O'a'$ von S_1' aus liefert nun auf der Netzhaut ein Bild $N'a_1$, welches im Vergleich zum Objekt Oa auch als verkehrt zu bezeichnen ist. Das letztere wird also aufrecht gesehen. Je mehr sich nun der Schirm S_1 dem festgehaltenen Objekt nähert, um so näher rückt S_1' an O' heran, um so größer das Netzhautbild $O'a_1$. Tritt nun der Schirm hinter das Objekt, nach S_2 , so fällt S_2' zwischen das Objektbild $O'a'$ und die Netzhaut, und nachdem für einen Augenblick die Bildgröße unendlich geworden ist (d. h. ein Verschimmen über das ganze Gesichtsfeld eintrat) ergibt sich durch Projektion von $O'a'$ aus S_2' ein beim Weiterrücken von S_2 sich verkleinerndes, aber aufrechtes Netzhautbild $N'a_2$, welches die Wahrnehmung eines verkehrten Objektes hervorruft. Sowie die Schirmöffnung mit dem Deutlichkeitspunkt N zusammenfällt, wird die scheinbare Größe des Objektes $= 0$, weil $N'a_2$ zum Punkte N' zusammenschrumpft. Beim Überschreiten von N seitens S_2 kehrt sich nun offenbar das gesehene Objekt scheinbar wieder um, weil nun $O'a'$ von S_3' , dem hinter die Netzhaut getretenen Öffnungsbilde, projiziert werden muß, wobei ein an Größe wieder zunehmendes verkehrtes Netzhautbild $N'a_3$ auftritt, das die Wahrnehmung eines aufrechten Objektes hervorrufen muß. Offenbar ändert sich in diesem Vorgang nichts mehr, selbst wenn der Schirm den vorderen Brennpunkt des Auges überschreitet, S_3' also ins Unendliche rückt und auf der entgegengesetzten Seite aus dem Unendlichen wiederkehrt.

Nun befinde sich das Objekt näher am Auge als der Deutlichkeitspunkt N (Fig. 2). Es entstehe also das reelle, verkehrte Objektbild $O'a'$ hinter der Netzhaut N' . Zur Schirm-

stellung S_1 vor N gehört wieder ein Öffnungsbild S_1' vor N' , und die zugehörige Projektion $N'a_1$ auf der Netzhaut läßt das Objekt in der Wahrnehmung aufrecht und um so kleiner erscheinen, je näher S_1 an N sich befindet. Beim Überschreiten des Deutlichkeitspunktes tritt eine mit der Bildgröße = 0 verbundene Umkehrung ein, indem die zu einem S_2 zwischen N und O gehörige Lage von S_2' hinter N' das Auftreten einer aufrechten Bildprojektion $N'a_2$ auf der Netzhaut zur Folge hat, die an Grösse beständig zunimmt. Tritt der Schirm von der Stelle unmittelbar vor O an die Stelle unmittelbar nach O , so geschieht wieder eine Umkehrung der Bildprojektion auf der Netzhaut, welche aber mit Unendlichwerden und späterer Abnahme verbunden ist. Das Objekt erscheint dann wieder aufrecht. Dies dauert auch hier selbst dann weiter an, wenn S_3 in den vorderen Augenbrennpunkt und darüber hinaus rückt.

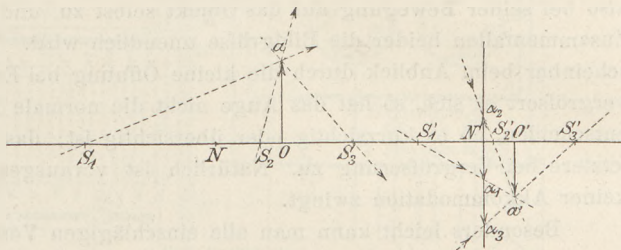


Fig. 2.

Nicht wesentlich verschieden gestalten sich die Verhältnisse, wenn das Objekt selbst dem Auge so nahe ist, daß es innerhalb der vorderen Augenbrennweite steht. Statt des verkehrten, reellen Bildes $O'a'$ hinter der Netzhaut (Fig. 2) wäre vor derselben und offenbar weiter von N' abstehend als die größtmögliche Strecke $N'S_1'$ beträgt, ein aufrechtes, virtuelles Bild zur Projektion auf die Netzhaut von den richtig bestimmten Punkten S' aus zu benutzen. Die Punkte S_3' würden natürlich auch nur virtuell und vor dem Auge sein, was bereits von gewissen Punkten S_2' Geltung hätte.

Wäre das Auge übersichtig oder stände vor einem normalen Auge eine Konkavlinse, so gäbe es keinen reellen Punkt N vor dem Auge, Objektbild und Öffnungsbild müßten beide stets hinter die Netzhaut fallen, und die Möglichkeiten der Objektwahrnehmung sind auf die des vorigen Falles bei Stellung des Schirmes zwischen Deutlichkeitspunkt und Auge beschränkt.

Mittels Konstruktionen wie Fig. 1 und Fig. 2 kann man offenbar noch weitere Größenvergleiche für die verschiedenen Möglichkeiten, insbesondere die Grenzstellungen bei möglichster Annäherung von Schirm oder Objekt ans Auge durchführen.

Aus der Betrachtung von Fig. 1 und 2 und dem bereits Gesagten geht im allgemeinen hervor, daß mit scheinbarer Umkehrung stets verbunden ist das gegenseitige Begegnen und Überschreiten von Schirmöffnung mit Objekt und ebenso von Schirmöffnung mit Deutlichkeitspunkt; im ersteren Falle wächst die Bildgröße ins Unendliche bis zum Augenblick der Umkehrung, im letzteren nimmt sie ab bis zu Null. Das Begegnen und gegenseitige Überschreiten von Objekt und Deutlichkeitspunkt ist hingegen weder mit Umkehrung noch auch mit Null- oder Unstetigwerden des scheinbar Gesehenen verbunden. Alle Erscheinungen sind mit Hilfe dieser Sätze ableitbar aus der Kenntnis der Wahrnehmung für eine gewisse Anfangslage der maßgebenden Punkte, also etwa der Kenntnis, daß durch eine unmittelbar vor das Auge gehaltene kleine Öffnung ein jenseits derselben befindliches Objekt, das ohne Schirm wegen zu großer Nähe undeutlich erscheint, ziemlich scharf begrenzt und aufrecht gesehen wird. — Zu bemerken ist noch, daß eine scheinbare Änderung des Wahrgenommenen nicht stattfindet, wenn das Objekt gerade im Deutlichkeitspunkt steht; dann fällt ja sein reelles Bild $O'a'$ auf die Netzhaut, und die Wirkung der Schirmöffnung besteht bloß in einer Lichtschwächung; ein Umkehren oder Größer- bzw. Kleinerwerden kann durch Verschiebung des Projektionscentrums S' offenbar nicht eintreten.

Sehr einfach erklärt sich aus dem eben Gesagten die Erscheinung, welche darin besteht, daß einem kurzsichtigen (oder auf zu große Nähe akkommodierten) Auge beim Betrachten eines zu weit entfernten Objektes durch eine zuerst dicht vor das Auge gehaltene, sehr enge Öffnung beim allmählichen Entfernen derselben der Gegenstand immer kleiner

zu werden scheint, daß dagegen bei übersichtigem (oder auf zu große Entfernung akkommodiertem) Auge beim Betrachten eines zu nahen Objektes durch die sich allmählich entfernende Öffnung scheinbare Vergrößerung eintritt. Im ersteren Falle nähert sich nämlich der Schirm dem Deutlichkeitspunkte, der zwischen Schirm und Objekt liegt, und da beim Hineinrücken des Schirmes in diesen Punkt die Bildgröße verschwinden muß, so nimmt sie eben zuvor beständig ab. Im letzteren Falle aber liegt der Deutlichkeitspunkt entweder überhaupt nicht vor dem Auge oder doch jenseits des Objektes, der Schirm geht also bei seiner Bewegung auf das Objekt selbst zu, und dasselbe wächst scheinbar, da beim Zusammenfallen beider die Bildgröße unendlich wird. Verkleinert sich also z. B. der Mond scheinbar beim Anblick durch die kleine Öffnung bei Entfernung derselben vom Auge, oder vergrößert er sich, so hat das Auge nicht die normale Beschaffenheit; man kann hiedurch entscheiden, ob es kurzsichtig oder übersichtig ist; das erstere trifft bei Verkleinerung, das letztere bei Vergrößerung zu. Natürlich ist vorausgesetzt, daß das Auge dabei sich zu keiner Akkommodation zwingt.

Besonders leicht kann man alle einschlägigen Versuche machen, wenn man ein stark kurzsichtiges Auge hat, da es dann leicht ist, Objekt (etwa Nadel- oder Bleistiftspitze) und Schirm (starkes Papierblatt mit Nadelstich) sowohl diesseits als auch beide jenseits des Deutlichkeitspunktes anzubringen. Als heller Hintergrund ist beispielsweise der Milchglasschirm einer brennenden Lampe empfehlenswert. Bei Stellung des Schirmes jenseits N braucht die Öffnung nicht gar zu klein zu sein; das Öffnungsbild im Auge ist ja bei größerer Schirm-entfernung an sich kleiner. Allerdings macht sich die Beugung des Lichtes bei diesen größeren Schirmabständen schon in ziemlich störender Weise bemerkbar.

Ein praktischer Verteilungswiderstand für Starkstromleitungen.

Von

Joh. Kleiber in München.

Als im Jahre 1898 der physikalische und der chemische Lehrsaal der städtischen Handelsschule in München, samt den zugehörigen Arbeitsräumen an das elektrische Leitungsnetz der Stadt angeschlossen werden sollte, wurde vom Leiter der Schule Herrn Dr. J. Ritz im Verein mit dem Unterfertigten, an die ausführende Baubehörde, der der bekannte Elektriker Uppenborn vorsteht, das Ersuchen gerichtet, die Einrichtung so zu gestalten, daß die Stromstärke in möglichst kleinen Intervallen differenziert werden könne. Eine solche Differenzierung war nun nach unseren Überlegungen in zweifacher Weise zu erreichen: a) auf dem gewöhnlichen Wege durch Einschaltung eines variablen Vorschaltwiderstandes, wie das zumeist in den Anstalten beliebt wird; b) durch Anlegung eines variablen Nebenschlusses an einen Widerstand der Hauptleitung.

Der Herr Beleuchtungsinspektor Höchtl, dem der Entwurf und die Oberaufsicht bei der Ausführung der elektrischen Anlage oblag, hat nun in dankenswerter Weise durch die Konstruktion eines höchst praktischen und eleganten Verteilungswiderstandes die Möglichkeit geschaffen, gleich beide Methoden am selben Apparat zur Anwendung bringen zu können. Da sich nun dieser Verteilungswiderstand bei allen vorkommenden Schulversuchen, ebenso wie bei den Laboratoriumsarbeiten aufs vorteilhafteste bewährt hat, sei es gestattet, hier in Kürze Einrichtung und Wirkungsweise des Apparates¹⁾ zu besprechen.

1. Einrichtung des Verteilungswiderstandes. (In der Fig. 1 oben links in schematischer Darstellung.) In einem rechteckigen Rahmen (bestehend aus 2 Marmorleisten AA und BB , die durch 2 Eisenschienen xx und yy festgehalten werden) sind 72 Nickelindrahtspiralen zwischen zwei Reihen von Kontaktknöpfen eingespannt. Auf jeder Marmorleiste befindet sich außerdem, frei vorstehend, eine Laufschiene aus Kupfer aa bzw. $\beta\beta$

¹⁾ Ausgeführt von der elektrotechn. Fabrik von Alois Zettler in München (Schillerstr. 17).

und darauf verschiebbar je ein Kontaktbügel U bzw. V . Die letzteren sind so angeordnet, daß sie bei Verschiebung auf der Schiene die zugeordnete Reihe der Kontaktknöpfe und zwar — zur Vermeidung der schädlichen Funkenbildung — ohne Unterbrechung berühren.

Der Hauptstrom HH wird auf der oberen Marmorleiste und zwar zwischen dem Kontaktknopf (0) und der Schiene aa zugeleitet; er durchquert also, wenn U auf dem k ten Knopf steht, ($2k$) Spiralen.

Der Nebenschluß wird auf der unteren Marmorleiste und zwar zwischen dem Kontaktknopf 0 und der Laufschiene $\beta\beta$ abgenommen. Steht V auf dem i ten Kontaktknopf, so umklammert der Nebenschluß ($2i$) Spiralen der Hauptleitung. Den Strom im Nebenschluß wollen wir kurz den Nebenstrom nennen.

2. Abnahme des Nebenstromes. Der Nebenschluß führt zunächst zum Steckkontakt I auf dem Schaltbrett. Nimmt man bei Gebrauch den Stecker S aus dem Ruhekontakt W an der Wand heraus und steckt ihn bei I fest, so wird der Nebenstrom zum Tisch geleitet und kann dort an verschiedenen Stellen T, T', \dots abgenommen und zum Versuch verwendet werden. Um dem Vortragenden die Übersicht über die benutzten Stromstärken und Spannungen zu erleichtern, befindet sich sowohl im physikalischen wie im chemischen Lehrsaal je ein kleines, transportables Stromverteilungsbrett. Dasselbe ist in Fig. 2 in vereinfachter Form dargestellt und enthält je ein Präzisionsampèremeter und Präzisionsvoltmeter. Ersteres gestattet Stromstärken bis zu 30 Amp., letzteres Spannungen von 0—15 Volt, 0—150 Volt, 0—250 Volt zu verfolgen (entsprechend seinen drei Wickelungen, wovon die event. benötigte durch den kleinen Umschalter E eingeschaltet werden kann). Außerdem enthält solch ein Handschaltbrett neben dem Stromzuführungscontact R einen oder mehrere Abnahmecontacte Z samt den dazu gehörigen Stromausschaltern (in der Fig. 1 ist nur ein Contact Z skizziert; die Handapparate unserer Schule haben zwei solche).

Der Nebenstrom wird also vom Tischcontact T zunächst durch ein kürzeres Stück Leitungskabel bei R dem Handschaltbrett und erst von Z ab durch Einstecken des Litzensteckers L dem Versuchsobjekte zugeleitet. Ein Blick auf das kleine Schaltbrett zeigt dem Experimentator sofort die vom Objekt verbrauchte Spannung und Stromstärke an. (Die Division beider Zahlen giebt auch den Widerstand des Objektes.)

Bei Benutzung des Nebenstromes muß natürlich der Hauptstrom seinerseits geschlossen sein. Eine genauere Betrachtung des großen Wand-Schaltbrettes zeigt, daß der von oben her zugeleitete Hauptstrom HH die beiden starken Leitungsschienen aa und bb zu durchlaufen hat, um zum Verteilungswiderstand zu gelangen. Auf der Schiene bb befinden sich nun drei Unterbrechungen: bei P , beim Steckcontact II und bei Q . Soll also der

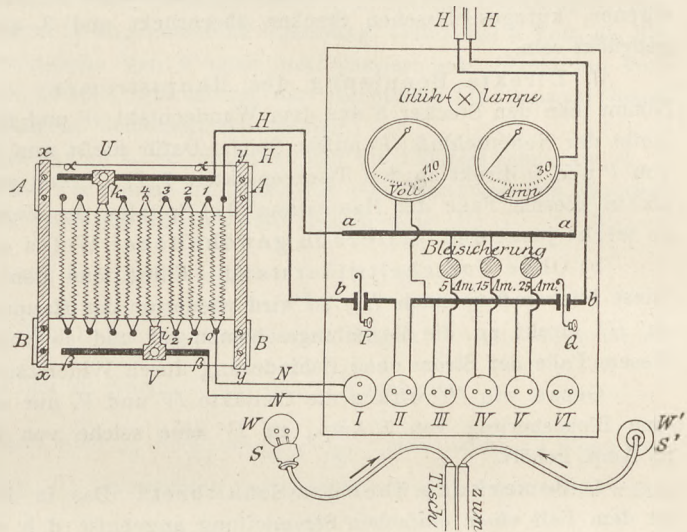


Fig. 1.

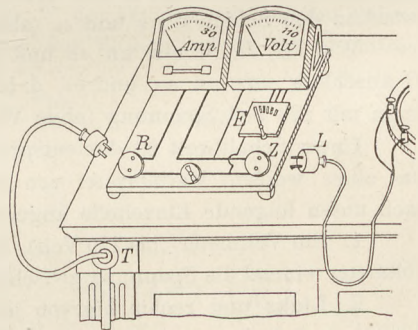


Fig. 2.

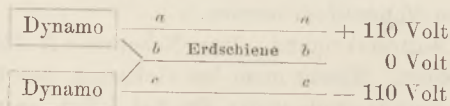
Hauptstrom im Verteilungswiderstand wirksam werden, so muß 1. der Hauptausschalter Q geschlossen werden (Wirkung: die Glühlampe brennt, und das Voltmeter zeigt die verfügbare Gesamtspannung der elektrischen Zuleitung); 2. der Steckkontakt II durch einen eigenen, kurzgeschlossenen Stecker überbrückt und 3. auch der Hebelkontakt P niedergedrückt sein.

3. Direkte Benutzung des Hauptstromes. a) Mit Vorschaltwiderstand. Nimmt man den Stecker S aus dem Wandkontakt W und führt ihn statt nach I nach II , so bleibt der Nebenschluß (I) außer Spiel. Dafür fließt nun der Hauptstrom nach Schließung von P und Q direkt zu den Tischkontakten T, T', \dots , von wo er abgenommen werden kann. Da in diesem Falle der Hauptstrom ($2k$) Spiralen des Verteilungswiderstandes durchfließt, so wirkt jetzt der letztere in gewöhnlicher Weise als Vorschaltwiderstand.

b) Ohne Vorschaltwiderstand. Führt man den Stecker S statt nach I und II (diese blieben frei) nach III , so wird wiederum der Hauptstrom zum Tisch geleitet. Aber, da III direkt an die Verteilungsschienen aa und bb angeschlossen erscheint, so geht in diesem Falle der Strom ohne Behinderung durch Widerstand sofort zum Tisch.

Genau wie III wirken die Kontakte IV und V , nur mit dem Unterschied, daß zu III eine Bleisicherung von 5 Amp., zu IV eine solche von 15 Amp., zu V eine solche von 25 Amp. gehört.

4. Bemerkung über das Schaltbrett. Das in der Figur dargestellte Schaltbrett ist dem Fall einer einfachen Stromleitung angepaßt (d. h. dem Strom von 1 Dynamo). An unsere Anstalt wird aber der Strom in Form des Dreileitersystems zugeleitet:



Es ist also in der Fig. 1 unter bb noch eine dritte Schiene cc zu denken. Der Hebel P ist als Doppelhebel konstruiert, der beim Aufwärtsdrücken den Strom zwischen aa und bb (also 110 Volt Spannung) in den Widerstand liefert, beim Abwärtsdrücken aber den Strom zwischen den Schienen aa und cc (also 220 Volt Spannung).

Wie III, IV, V nur an aa und bb Anschluß haben, so besitzt der letzte Steckkontakt VI Anschluß nur an aa und cc , d. h. steckt man S in den Kontakt VI , so wird der Hauptstrom mit 220 Volt Spannung (ohne Widerstand!) direkt zum Tisch geleitet.

Unser Schaltbrett ist dementsprechend reicher ausgestaltet als Fig. 1 zeigt. Es besteht aus einer weißen Marmortafel von 80 cm Breite und 120 cm Höhe, auf welcher von oben nach unten folgende Einzelteile angeordnet sind:

1. Ein Voltmeter (bis 120 Volt), darunter ein Umschalter, der gestattet, mit diesem einen Voltmeter einmal die Spannung zwischen aa und bb , dann die zwischen bb und cc zu messen.
2. Links und rechts hiervon je eine Glühlampe zu 1 Amp., die eine gespeist mit der Spannung zwischen aa und bb , die andere mit der Spannung zwischen bb und cc .
3. Zwei Ampèremeter (je bis 30 Amp.). Das eine gibt die Stromstärke im Hauptstrom, das andere jene im Widerstand.
4. Die drei Leiterschienen aa, bb, cc mit 3×6 Präzisions Silberdrahtsicherungen.
5. Der doppelwirkende Ausschalter P und der Hauptausschalter Q .
6. Sechs Steckkontakte $I-VI$ mit folgenden Überschriften: I (Verschiedene Spannung vom Widerstand = Nebenschluß), II (Widerstand als Regulator), III (110 Volt, 5 Amp.), IV (110 Volt, 15 Amp.), V (110 Volt, 25 Amp.), VI (220 Volt, 25 Amp.).

Nimmt man mit S etwa den Nebenstrom aus I ab, so kann man gleichzeitig durch S' aus III, IV, V noch Strom für eine Glühlampe abnehmen. (Eigene Tischleitung für S und S').

5. Wirksamkeit im Nebenschluß. Wir haben dabei zwei Fälle zu unterscheiden:

1. Fall: $k > i$.

Nehmen wir an, die Hauptleitung besitze eine Gesamtspannung von (rund) 110 Volt und der Kontaktbügel U sei auf den äußersten Kontaktknopf ($k=36$) geschoben, so ver-

teilt sich die Spannung von 110 Volt auf $36 \cdot 2 = 72$ Spiralen. Von Spirale zu Spirale steigt demnach die Spannung um $110:72 = \text{rund } 1,5$ Volt. Da der Nebenschluss zwischen den unteren Knöpfen 0 und i abgenommen wird, zwischen denen ($i \cdot 2$) Spiralen des Hauptstromes liegen, so beträgt die im Nebenstrom abgenommene Spannung soviel mal 3 Volt, als der Bügel V Kontaktknöpfe beim Verschieben von 0 nach links passiert hat. (Probe am Voltmeter des Handschaltbrettes, wodurch man sehr hübsch das eigentliche 1te Ohmsche Gesetz vom Spannungsabfall in der Leitung zu demonstrieren vermag.)

Steht U allgemein auf dem Knopf k , so drängen sich die 110 Volt schon auf ($k \cdot 2$) statt auf ($36 \cdot 2$) Spiralen zusammen. Per Spirale trifft also nun eine Spannung von $110:(2k)$ Volt. Steht der Bügel V des Nebenschlusses auf den i ten Knopf, so ist die

$$\text{Höchstspannung im Nebenschluss} = \frac{i}{k} \cdot 110 \text{ Volt.}$$

1. Beispiel. Man wünscht 5 Volt Spannung. Dann mufs, wegen $\frac{i}{k} \cdot 110 = 5$, der Bruch $\frac{i}{k} = \frac{1}{22}$ sein. Man stellt U auf den 22. Knopf, V auf den 1. Knopf ein.

2. Man fordert 10 Volt; dann wird $\frac{i}{k} = \frac{1}{11} = \frac{2}{22} = \frac{3}{33}$. Man hat also 3 Wege frei. Man wählt denjenigen, durch den die Stromdichte per Spirale am geringsten wird, wählt also $k = 33$, $i = 3$.

3. Wird $\frac{i}{k}$ ein Bruch, wobei $k > 36$, $i > 1$ wurde, so sucht man mittelst Kettenbruchentwicklung jenen Näherungswert, für welchen k möglichst grofs aber noch kleiner als 36 ist.

Diese Höchstspannung sinkt sofort, wenn in den Nebenschluss ein Widerstand eingeschaltet wird.

Die Stromstärke im Nebenschluss berechnet sich nach folgender Überlegung: Ist W_{ik} der Widerstand zwischen den Kontaktbügeln U und V , vermehrt um den Widerstand der ersten Spirale (zwischen den Kontaktknöpfen 0, 0), ferner W_i der Widerstand, den der Nebenschluss am Hauptstrom umklammert und schliesst sich x der Widerstand im Nebenschlusse selbst, so ist die

$$\text{Stromstärke im Hauptstrom } J = \frac{110}{W_{ik} + \frac{1}{\frac{1}{W_i} + \frac{1}{x}}} \text{ (Amp.)}$$

$$\text{Stromstärke im Nebenschluss } j_N = J \cdot \frac{W_i}{W_i + x} = \frac{110}{W_{ik} + x + x \cdot \left(\frac{W_{ik}}{W_i}\right)}$$

Die Bedeutung dieser Formel sei später erläutert.

2. Fall: $k < i$.

Dies tritt ein, wenn sich der untere Bügel V links vom oberen Bügel U befindet. Der Hauptstrom I teilt sich schon bei U : der eine Teil geht durch die $(2k - 1)$ vorderen Spiralen ($= W_k$), der andere durch die $2(i - k) - 1$ hinteren Spiralen ($= W_{ik}$) und durch den Widerstand x im Nebenschluss. Vernachlässigt man den Einfluss der ersten Spirale (zwischen den Kontaktknöpfen 0, 0), so kann man jeden der bezeichneten Teile als Hauptstromleiter mit 110 Volt Spannung betrachten. Die Wirkung im Nebenschluss x ist also in diesem Fall im wesentlichen genau dieselbe, als ob wir den Apparat x direkt unter Benutzung des Steckkontaktes II (statt I) an die Hauptleitung angeschlossen und den Bügel U statt auf den Knopf k auf den Knopf $(i - k)$ eingestellt hätten.

Wegen dieser Äquivalenz und besonders auch wegen der Gefahr, welche beim Hinausschieben von V über U durch das überhohe Glühen der Spiralen hervorgerufen wird, vermeidet man den hier besprochenen Fall 2 (d. i. $k < i$) beim gewöhnlichen

Arbeiten ganz. Will man ihn doch in gewissen Fällen benutzen, so muß man, schon bevor man den Hauptstrom bei Q schließt, die inverse Stellung: $i > k$ vorbereitet haben.

Um das schädliche Glühen der Spiralen hintanzuhalten, soll der Hauptstrom nicht über 5 Amp. steigen, also durchschnittlich 14 Spiralen zu durchlaufen haben, d. h. die Bügel U und V sollen stets um mindestens 7 Knöpfe abstehen. Dies gilt besonders für kleine Widerstände x . Ist x dagegen groß, so dürfen U und V noch näher zusammengeschoben werden.

6. Vorteil beim Gebrauch des Nebenschlusses. Hätte man den Apparat x direkt bei H an den Hauptstrom angeschlossen und den Bügel U auf den Knopf $(k-i)$ gestellt, so hätte der Strom durch die Widerstände $W_{ik} = 2 \cdot (k-i)$ Spiralen und x zugehen. Die zugehörige Stromstärke wäre in diesem Falle

$$j_H = \frac{110}{W_{ik} + x}.$$

Vergleicht man hiermit die unter No. 5 gefundene Formel für die Stromstärke im Nebenschluss (U auf dem k ten, V auf dem i ten Knopf):

$$j_N = \frac{110}{W_{ik} + x + x \cdot \frac{W_{ik}}{W_i}}$$

so ergibt sich, daß der Nebenschluss wirkt wie ein Hauptschluss, dem man den variablen Hilfswiderstand

$$w = x \cdot \left(\frac{W_{ik}}{W_i} \right) = x \cdot \left(\frac{k-i}{i} \right)$$

vorschaltet. Daß dieser Widerstand variabel ist, sieht man wie folgt ein: Verschiebt man U und V gleichzeitig um gleichviel Knöpfe, so ändert sich W_{ik} nicht. Die Formel für j_N zeigt aber deutlich, daß sich dabei nur der Hilfswiderstand ändert.

Da je 36 Kontaktknöpfe bei unserem Apparat vorhanden sind, so kann der Hilfswiderstand bei constant gehaltenem x noch volle $q_{ik} = 36 - [k-i]$ Werte annehmen! Da der Durchschnitt der q_{ik} rund 18 ist, so bietet die Schaltung im Nebenschluss eine rund 18 mal reichere Mannigfaltigkeit von Stromstärken zur Auswahl dar, als der gewöhnlich benutzte Anschluss an den Hauptstrom.

Kleine Mitteilungen.

Die Abkühlung vertikal aufsteigender Luft.

Von Dr. F. Koerber in Gross-Lichterfelde bei Berlin.

In der Sammlung physikalischer Aufgaben von Dr. Müller-Erbach (Berlin 1892) lautet die Aufgabe 509: „Bis zu welcher Temperatur wird trockene Luft von 15° abgekühlt, wenn sie von der Meereshöhe aus 300 m in die Höhe steigt?“ Als Lösung hierzu heißt es S. 119: „Durch die Erhebung um 300 m nimmt der Barometerstand um 28 mm ab, also findet man die Endtemperatur x aus der Gleichung $\frac{273 + 15}{273 + x} = \frac{760}{760 - 28}$, oder $x = 4,4^{\circ}$.“ — Offenbar

glaubt Verf. hier also das Mariotte-Gay-Lussacsche Gesetz $\frac{vp}{v'p'} = \frac{T}{T'}$, unter Hebung von v gegen v' anwenden zu dürfen, was völlig unzulässig ist. Sollte sich das Volumen der betrachteten Luftmenge nicht ändern, so könnte dies nur dadurch erzielt werden, daß man dieselbe in ein geschlossenes Gefäß einschließt, es findet alsdann aber innerhalb des Gefäßes auch keine Druckänderung statt. Denkt man sich jedoch die Luft in freier Atmosphäre, so wird der Druckverminderung eine Volumenvergrößerung folgen, und da in diesem Falle $pv = p'v'$ ist, so müßte auch $T = T'$ sein, d. h. die Mariotte-Gay-Lussacsche Formel ist

gänzlich unfähig, die Temperaturabnahme aufsteigender Luft zu erklären. Für den Fall eines stationären Zustandes ist im vorliegenden Falle vielmehr die sogenannte Poissonsche Gleichung anzuwenden:

$$\frac{T}{T_1} = \left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}},$$

wo T die absoluten Temperaturen, p die zugehörigen Drucke und $k = 1,41$ das Verhältnis der spezifischen Wärmen bedeutet. Nach dieser Formel findet man als Endtemperatur im obigen Beispiel $x = 11,87^\circ$, sodaß auf 100 m Erhebung rund 1° Temperaturabnahme erfolgt. Entsprechend giebt auch Sprung in einem sehr erschöpfenden Aufsatz der Meteorologischen Zeitschrift (1888, S. 467) für den Fall des indifferenten Gleichgewichts an, daß die Temperatur für je 100 m Erhebung um $0,993^\circ$, also in arithmetischer Reihe proportional der Erhebung sinkt. Die Formel $\frac{p}{p_1} = \frac{T}{T_1}$ würde nach Sprung nur in dem nicht reellen Falle gelten, daß der Luftdruck der Höhe proportional abnähme.

Über die Ursache der Abkühlung aufsteigender Luft hat merkwürdigerweise bis vor kurzem selbst unter den Meteorologen vielfach noch Unklarheit geherrscht, obwohl bereits von Bezold in seinen Studien „zur Thermodynamik der Atmosphäre“, und auch Sprung in dem oben citierten Aufsatz die Sache völlig einwandfrei klargestellt hatten. Durch Guldberg und Mohn wurde in einer in der österreichischen Zeitschrift für Meteorologie 1878 veröffentlichten Arbeit die irrige Ansicht ausgesprochen, daß die in Frage stehende Abkühlung auf den Wärmeverbrauch zurückzuführen sei, der der Leistung der Hebungarbeit der betreffenden Luftmasse entspricht. Diese Ansicht hat trotz ihrer leicht nachweisbaren Unrichtigkeit ziemlich weite Verbreitung gefunden, und da auch kürzlich noch A. Schmidt in Stuttgart auf derselben fußte, so hat von Bezold neuerdings noch einmal das Wort ergriffen und in einem ganz allgemeinverständlich gehaltenen Aufsatz¹⁾ in aller Ausführlichkeit den Nachweis wiederholt, daß beim Aufsteigen von Luft in einem stationären Ströme und unter normalen Verhältnissen von einer Hebungarbeit nicht die Rede sein kann, daß vielmehr lediglich die mit der Erhebung eintretende Expansion die Temperaturerniedrigung bedingt. Würde eine von gewichtsloser Hülle zusammengehaltene und vom Vakuum umgebene Luftmasse emporsteigen, so würde allerdings Hebungarbeit zu leisten sein, in der Atmosphäre aber ist bekanntlich der hydrostatische Auftrieb ebenso wirksam wie im Wasser, die Luft wird hier also von ihrer Umgebung vollständig getragen und es ist daher beim Aufsteigen keine Arbeit zu leisten, senkt sich doch gleichzeitig eine entsprechende Menge Luft, um an die Stelle der aufgestiegenen zu treten, sodaß der Schwerpunkt eines gehörig groß genommenen Luftvolumens seine Lage nicht ändert. Eine aus der Hubarbeit folgende Abkühlung könnte demnach ebensowenig beobachtet werden, wie eine solche bei vertikalen Strömungen im Wasser stattfindet. Der Unterschied zwischen Luft und Wasser besteht aber in der Expansionsfähigkeit der ersteren und diese, unter Überwindung des äusseren Luftdrucks stattfindende Ausdehnung bedingt allerdings einen Wärmeverbrauch, wie er thatsächlich beobachtet wird. Sprung sowohl wie v. Bezold haben auch gezeigt, daß die fingierte Hubarbeit und die wirklich geleistete Expansionsarbeit einander nicht gleich, sondern nur proportional sind. Das Verhältnis ist das der spezifischen Wärmen $c_p : c_v = 1,41$; nur unter der ganz unberechtigten Annahme, daß man bei Berechnung der Hebungarbeit c_p als spezifische Wärme benutzen dürfte, daß also die Wärmeentziehung bei constantem Druck erfolgen könnte, ergäbe sich als Temperaturerniedrigung der um dh gehobenen Luft der richtige Wert:

$$dt = - \frac{A}{c_p} dh,$$

wo A das Wärmeäquivalent der Arbeitseinheit bedeutet.

¹⁾ Meteorologische Zeitschrift XV, 1898, S. 441—448.

Die Verwendung von Hofmanns Wasserzersetzungsapparat als Voltameter.

Von H. Rebenstorff in Dresden.

Der wohl in den meisten Sammlungen vorhandene Hofmannsche Wasserzersetzungsapparat besitzt vielfach kalibrierte Gasansammlungsrohre und ist dann aufser zum Vergleich der entwickelten Gasvolumina auch als Voltameter verwendbar. Indessen wird wohl meistens von einer derartigen Verwendung abgesehen wegen des grossen Widerstandes, also der erheblichen Dauer eines quantitativen Versuches, sowie wegen der notwendigen Umrechnung der Gasmengen auf normalen Druck. Darin, dafs es so äufserst bequeme Voltameter anderer Art giebt (vgl. Kolbe, *diese Zeitschr.* X, 75, Handl, X, 304), dürfte jedoch kein Grund gegen die Benutzung des Apparates zu dem erwähnten Zwecke gelegen sein. Denn gerade die gelegentliche Verwendung verschiedener Konstruktionen des Voltameters, sowie die Benutzung mehrerer Apparate bei Stromverzweigungen scheint dem Verfasser von besonderem unterrichtlichen Werte zu sein. Aufserdem ist der auf geringe Mittel angewiesene Lehrer genötigt, mit dem Vorhandenen möglichst viel zu machen.

Um den Hofmannschen Apparat in ein bequem verwendbares und ziemlich genaues Voltameter zu verwandeln, braucht man nur an dem mittleren langen Trichterrohre des Apparats zwei Marken a und z (s. Figur) in der zu beschreibenden Weise anzubringen und bei jedem Messversuche die wegen der geringen Weite dieser Röhre nur kleine Zeit zu



messen, die beim Ansteigen der Flüssigkeit von a bis z vergeht. Die Lage der unteren Marke ist beliebig; man bezeichnet sie vorläufig mit einem straff befestigten Faden oder dünnem Draht. Später kann man, wenn es passen sollte, diese Marke zur Abrundung des Gasvolumens noch etwas höher oder tiefer legen. Die Marken macht man schliesslich mit dem Schreibdiamanten und kann zur Hervorhebung derselben für die Augen der Schüler kleine Papierfähnchen seitlich ankleben. Um die Lage der oberen Marke festzustellen, füllt man die Gasansammlungsrohre vollständig mit der Zersetzungsflüssigkeit und verschliesst die oben befindlichen Hähne. Nun hat man die Flüssigkeit aus dem Trichterrohre bis zur unteren Marke zu entfernen. Hierzu wird man entweder den an der unteren Umbiegung der Röhren angebrachten Rohransatz und Hahn benutzen, oder man verwendet eine lange, unten zur Spitze ausgezogene Glasröhre als Stechheber. Der Lehrer, bzw. der Schüler — denn die Her-

richtung des Apparates eignet sich auch wohl dazu, einem gewandten Schüler übergeben zu werden — wird hierbei die Erfahrungen berücksichtigen, die man beim Titrieren über das Nachrinnen der an den Wänden adhärerenden Flüssigkeit machen kann. Der Schüler wäre also darauf aufmerksam zu machen, dafs man die Flüssigkeit aus dem unteren Rohransatz nur ganz langsam ausfliessen lassen darf, oder dafs man bei Entleerung mit dem Stechheber ein Ansteigen des Niveaus bei a während einiger Minuten abwarten muss; besonders dürfte davor zu warnen sein, beim Eingiefsen in den Trichter Verschwendung zu treiben. Hat man einen unveränderlichen Stand der Flüssigkeit bei a erreicht, so lässt man die Zersetzung beginnen. Die obere Marke z soll so gelegen sein, dafs man bei Benutzung des Apparates als Voltameter nicht nötig hat, eine Umrechnung des Volumens des entwickelten Gases auf Normaldruck wegen des vorhandenen grösseren Druckes der verdünnten Schwefelsäure vorzunehmen. Man sieht sofort ein, dafs dies dann der Fall ist, wenn Marke z annähernd in der Höhe des ersten Drittels des Niveauunterschiedes zwischen den Flüssigkeiten O und H (s. Figur) in den beiden Gasansammlungsrohren liegt. Man läfst daher, um den richtigen Ort für z zu finden, die Gasentwicklung so lange vor sich gehen, bis die Flüssigkeit etwas über das Niveau in der Röhre mit Wasserstoff gestiegen ist. Man schiebt nun vorsichtig noch einige Stromstöße durch den Apparat, bis ein angelegter Maßstab ergibt, dafs die Flüssigkeit den zu markierenden Punkt erreicht hat. Sind so die Marken festgelegt, so ist das Gesamtvolumen der während des Ansteigens der Flüssigkeit von a bis z sich entwickelnden Gasmengen zu finden.

Hierzu wird der Apparat wieder in die Verfassung gebracht, welche er zu Beginn der soeben beschriebenen Zersetzung hatte; d. h. die Gase müssen entfernt, das Flüssigkeitsniveau muß bis *a* herabgebracht werden. Man setzt nacheinander auf die beiden oberen Hahnrohransätze einen Gummischlauch und saugt langsam die Flüssigkeit bis an den Hahn empor. Es gelingt dies auch dem im chemischen Arbeiten weniger Geübten leicht, wenn der Schlauch über dem Hahn mit den Fingern zusammengedrückt und nach dem Öffnen des Hahnes während des Saugens der Schlauch leise gelüftet wird. Man kann ferner ein langsames Ansaugen durch fortschreitendes Drücken des Schlauches nach oben hin (ähnlich der peristaltischen Darmbewegung) erreichen. Außerdem gelingt die Vorbereitung des Apparates, wenn man auf die Mündung des Trichterrohres einen Kork setzt, in dessen Durchbohrung eine Rohrverbindung angebracht ist, durch welche Luft eingeblasen wird, oder man erwärmt das luftdicht abgeschlossene Trichterrohr. Zur Messung des Volumens der Röhre zwischen *a* und *z* füllt man eine genau kalibrierte Bürette mit Wasser¹⁾ und befestigt sie mittels Stativ und Tischchen hoch über dem Wasserzersetzungssapparat so, daß die Ausflusströhre der Bürette noch etwas in das Rohr unterhalb des Trichters hineinragt. Bei langsamem Auffüllen und Rücksicht auf das Nachrinnen ist es möglich, das Volumen bis auf weniger als $\frac{1}{2}\%$ Abweichung festzustellen. Ist ein unterer Rohransatz vorhanden, so kann man den Apparat bis *z* mit Wasser füllen und das Gewicht desselben nach langsamem Ausfließen in ein gewogenes Kölbchen zur Volumbestimmung benutzen. Das durch mehrmalige Messung gefundene Volumen wird auf 0° und den Normal-Barometerstand unter Berücksichtigung des Dampfdruckes des Wassers reduziert. Diese Bestimmung wird am besten an einem Tage ausgeführt, an welchem Druck und Temperatur die durchschnittlich im Physikzimmer vorhandenen Werthe haben. So erhält man eine Constante des Apparates, welche bei Berechnung der Stromstärke für den Unterricht gebraucht werden kann. Nur bei aufsergewöhnlich starken Abweichungen der Temperatur und des Druckes, die das Volumen in gleichem Sinne beeinflussen, möchte man auch für den Unterricht eine Umrechnung nötig finden.

Der auf Benutzung einfacher Hilfsmittel angewiesene Lehrer kann den Apparat zum Aichen anderer Strommesser gebrauchen. Die erreichbare Genauigkeit ist verhältnismäßig nicht unbedeutend. Um eine Aichung von Galvanoskopen auszuführen, benutze man eine Stromverzweigung; das Voltmeter befinde sich im Hauptstrome, das Galvanoskop nebst einem bekannten grossen Widerstande im Nebenschluß zu einem geringen, ebenfalls bekannten Widerstande. Bei ganz empfindlichen Apparaten kann man an den einen Nebenschluß einen zweiten in gleicher Weise anfügen.

Natürlich wird man zur Ausnutzung der Genauigkeit des einfachen Apparates die für alle Wasservoltmeter geltenden Vorschriften nicht aufser acht lassen hinsichtlich der Sättigung der Zersetzungsflüssigkeit mit Sauerstoff, sowie der Benutzung nicht zu starker Säure.

In dem vom Verfasser vorgerichteten Apparate lieferte der Strom von 3 kleinen Groveelementen 15,1 ccm Knallgas (reduziertes Volumen) in 197 Sekunden. Die Abweichungen der bei unmittelbar aufeinander folgenden Versuchen festgestellten Zeiten betragen nur ausnahmsweise 2 Sekunden. Die in so kurzer Zeit gemessene Stromstärke war also $15,1 \cdot 60 : 197 = 4,58$ oder 0,44 A.

Werkstätten, die den Hofmannschen Apparat mit den beiden Marken am Trichterrohr für den Gebrauch als Voltmeter liefern wollen, sind darauf aufmerksam zu machen, daß nicht der oben als „Constante“ bezeichnete reduzierte Wert, sondern das wirkliche Volumen zwischen den beiden Marken dem Apparate aufzuschreiben ist.

Versuche zur Wegnahme des Sauerstoffs aus der Luft.

Von O. Ohmann in Berlin.

Für die Wegnahme des Sauerstoffs aus einem abgeschlossenen Luftquantum und den damit zusammenhängenden Nachweis des Stickstoffs sowie Feststellung des Verhältnisses von Stickstoff zu Sauerstoff, liegt eine gröfsere Anzahl von Versuchen vor. Der Phosphorversuch

¹⁾ Beim späteren Gebrauche dürfen natürlich Gasansammlungsrohren und Trichterrohr nicht ungleich concentrirte Säure enthalten.

und noch besser der Versuch mit Pyrogallussäure in alkalischer Lösung geben wohl die genauesten Resultate, sind aber beide aus methodischen Gründen bei der Luftuntersuchung noch nicht zu verwenden. Das Erhitzen von Kupferspänen im Verbrennungsrohr ist wertvoll, der Versuch ermangelt jedoch der Einfachheit. Den Sauerstoff durch Kohlensäure liefernde Substanzen, wie brennende Kerze, Spiritus zu entfernen — was noch zuweilen in Schullehrbüchern angegeben wird — ist für ein exaktes Vorgehen, das keine Unklarheiten zulässt, jedenfalls nicht brauchbar. Wenn es sich vorerst mehr um den Nachweis des Stickstoffs als um die genaue Feststellung des berührten Verhältnisses handelt — was bei der Luftuntersuchung der Fall ist —, so dürfte der in dieser Zeitschrift (*X 172* und *XI 268*) beschriebene Versuch mit Eisenpulver am Magneten anderen Metallverbrennungen vorzuziehen sein.

Im folgenden soll nun gezeigt werden, wie man auch den brennenden Wasserstoff zur Sauerstoffwegnahme und zu einer sehr zufriedenstellenden Bestimmung des Verhältnisses von $N:O$ verwerten kann. Die Versuche sollen kein Ersatz der oben genannten Versuche sein, sondern es ist gedacht, dass sie in die Durchnahme des Wassers oder in das Studium der allgemeinen Verbrennungserscheinungen eingeflochten werden.

1. Eine mehrfach gebogene Glasröhre g (Fig. 1) ist bei k durch einen Kautschuk-schlauch mit einem Kippschen Apparat verbunden. Den mit e bezeichneten Teil der Röhre (das Ende zur Spitze ausziehen, empfiehlt sich nicht) steckt man in die Öffnung der herausgenommenen Brücke B und setzt beides in die mit gefärbtem Wasser gefüllte Wasserwanne W .

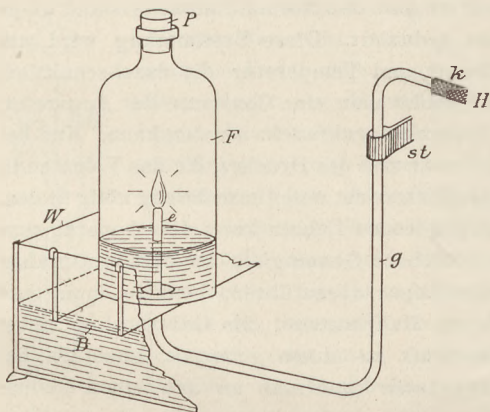


Fig. 1.

Dann lässt man Wasserstoff zuströmen, entzündet und macht die Flamme zuerst so klein wie möglich. Hierauf stülpt man eine schlanke Flasche ohne Boden F , (Lumen 12 cm, Höhe 36 cm) über, indem man im Momente des Aufsetzens den Kautschukpfropfen P genügend lüftet, und macht die Flamme etwas größer. Die Stellung der Röhre g ist am Stativ st vorher so zu regulieren, dass e nur etwa 2 cm über das emporgestiegene Wasser hinausragt. Die Flamme brennt nur einige Zeit wie gewöhnlich, sie wird bald eigentümlich matt blau und schliesslich fast farblos; immerhin lässt sich aber noch genau erkennen, wann das Verlöschen eintritt. In diesem Augenblick

schließt man den Hahn des Gasentwicklers. (Man kann auch schon etwas früher den Gasstrom mindern, da sonst in der letzten Sekunde vor dem Verlöschen leicht etwas unverbrannter Wasserstoff mit einströmt, der aber das Versuchsergebnis nicht nennenswert beeinträchtigt.) Das Wasser, das sich schon während des Brennens etwas gehoben hat, steigt sogleich nach dem Verlöschen erheblich und erreicht nach einiger Zeit der Abkühlung etwa dieselbe Höhe wie beim Phosphorversuch. Vor diesem hat aber der beschriebene Versuch außer der größeren Einfachheit voraus, dass nicht die undurchsichtigen, den Verbrennungsprozess ganz verdeckenden Dämpfe gebildet werden, und dass man sogleich den reinen Stickstoff nachweisen kann, da das Verbrennungsprodukt sofort nach dem Entstehen durch Condensation unschädlich gemacht wird.

2. Man kann später, bei der Durchnahme des Leuchtgases oder der allgemeinen Verbrennungserscheinungen den Versuch (mit Wasserstoff) wiederholen und, sobald der stationäre Zustand erreicht ist, eine Marke beim Wasserniveau anbringen, um dann denselben Versuch mit Leuchtgas vorzunehmen und zu zeigen, dass das Wasser wegen der gleichzeitigen Bildung von Kohlensäure und der dadurch beeinträchtigten Verbrennung den vorherigen Stand nicht ganz erreicht. Bemerkenswert ist, dass bei der Anwendung von Leuchtgas die Flamme sich eigentümlich verlängert; sie scheint auch besonders empfindlich zu sein, denn bei schnellerem Aufsetzen des Propfens P geht sie zusammen und verlöscht zuweilen ganz. Die Röhre darf ziemlich eng, aber nicht zur Spitze ausgezogen sein; sonst tritt regelmässig, auch beim vor-

sichtigsten Aufsetzen des Pfropfens, das Verlöschten ein. Jedenfalls walten hier, wie bei den ganzen Versuchen, eigentümliche Verhältnisse ob, die zu spezialisierter Untersuchung auffordern.

3. Eine nicht uninteressante Abänderung des obigen Versuches, eine Verbrennung im Kolben ohne Anwendung der Wasserwanne, hat folgende Anordnung (Fig. 2). Ein rechtwinkliges Glasrohr r (ohne Spitze, Lumen 4 mm), das durch den Schlauch s mit dem Kippschen Apparat verbunden ist, wird durch den Kautschukpfropfen P geführt. Der Schlauch s trägt noch einen geöffneten Quetschhahn q (sehr empfehlenswert ist der Quetschhahn mit Schnäpper, d. Ztsch. X 215). Der Pfropfen P paßt in einen nicht zu dünnwandigen kugeligen Kolben K (Inhalt 1 l), der in ein Stativ gespannt ist, und es werden die Abmessungen vorher so getroffen, wie aus Fig. 2 ersichtlich ist. Man nimmt r samt P wieder aus dem Kolben heraus, läßt Wasserstoff durchströmen und macht nach dem Entzünden die Flamme zuerst sehr klein, giebt auf die Fläche o des Pfropfens noch etwas Wasser aus der Spritzflasche und bringt die Flamme in den Kolben hinein, wobei man für festen Verschluss sorgt. Die Flamme verhält sich im ganzen wie beim obigen Versuch, es ist ihr Verlöschten genau zu beachten und sogleich der Hahn des Gasentwicklers und dann der Quetschhahn q zu schließen. Das Ende des Schlauches s hängt man in ein Gefäß mit Wasser, läßt noch kurze Zeit abkühlen und öffnet langsam den Quetschhahn, worauf das Wasser springbrunnenartig eindringt und das Gefäß bis knapp $\frac{1}{5}$ anfüllt. Der Versuch ist trotz der Hitze der Wasserstoffflamme ungefährlich.

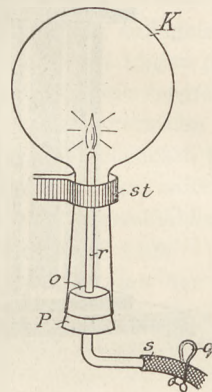


Fig. 2.

4. Auch mit reinem Sauerstoff ist dieser letztere Versuch ausführbar. Man fülle denselben Kolben durch Luftverdrängung mit Sauerstoff (vergl. d. Ztschr. X/ 227), verschließe mit einem Kautschukpfropfen und bringe ihn in umgekehrter Stellung in das Stativ (wie in Fig. 2). Man benutzt nun genau dieselbe Montierung wie beim vorigen Versuch, entzündet den Wasserstoff, läßt den undurchbohrten Kautschukpfropfen herabfallen und fährt schnell mit der Flamme in den Kolben. Das Brennen dauert geraume Zeit (etwa 8 Min). Eigentümlich ist, daß die Flamme nach dem Einführen sich zuweilen erheblich verkleinert, indem sie nicht nur an der Mündung brennt, sondern sich noch einige cm in die Röhre hinein erstreckt. Einige Zeit vor dem Verlöschten verlängert sie sich wieder, und es empfiehlt sich, den Gasstrom etwas zu mindern. Nach dem Verlöschten und Abschließen muß man wegen der größeren Hitze etwas länger abkühlen lassen, besonders weil beim Öffnen des Quetschhahnes der Wasserstrahl sogleich bis oben hindringt. Das Wasser sprudelt mit andauernder Lebhaftigkeit in den Kolben, es bleibt jedoch noch ein kleines Luftsegment übrig. Um die Natur desselben festzustellen, zieht man zunächst das Glasrohr r bis in den Pfropfen P zurück, wendet den Kolben, ersetzt den Pfropfen P schnell durch den undurchbohrten, stellt den Kolben auf einen Strohkrantz und bringt noch ein Stativ heran. Man nähert einen brennenden Holzspahn und öffnet: ein zuweilen ziemlich kräftiges Verpuffen zeigt, daß das Gas zumeist Wasserstoff ist, der eindrang, als die Flamme sich dem Verlöschten näherte. Die Ungefährlichkeit auch dieses Versuches beruht darauf, daß der Expansion des Sauerstoffs durch das Verzehren desselben das Gleichgewicht gehalten wird und daß andererseits am Schlufs nach gänzlicher Condensation der Wasserdämpfe kein völliges Vakuum entsteht. — Will man zu den Versuchen den Wasserstoff trocknen, so ist ein Trockenturm mit schwefelsäure-getränktem Bimsstein am geeignetsten.

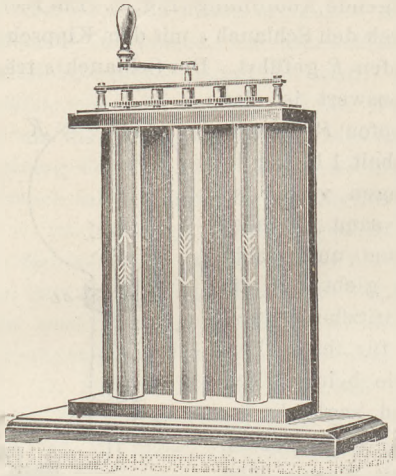
Modell zur Veranschaulichung des Stromlaufs in Drehstromleitern.

Von Dr. J. Mooser in St. Gallen.

Das Modell hat den Zweck, ein deutliches Bild zu geben vom Anwachsen und Abnehmen der Stromstärken, sowie vom Wechseln der in den Fernleitungen eines dreiphasigen Wechselstromsystemes verlaufenden Ströme.

Mit Hilfe eines Räderwerks lassen sich drei rechteckförmige Blechflügel, deren lange Mittellinien in einer Ebene parallel liegen, in eine Drehung von gleicher Richtung und von

gleicher Geschwindigkeit bringen. Die Flügel befinden sich im Innern von an einem Holzgestell befestigten Glasröhren. Diese Glasröhren stellen die Drehstromleiter dar und die Projektionen der Breiten der Bleche veranschaulichen die in Drehstromleitern verlaufenden

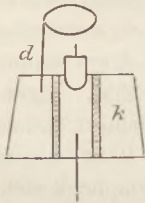


Wechselströme Betrachtet man einen sich drehenden Flügel aus einer etwas größeren Distanz, so sieht man, wie die scheinbare Breite desselben zu- und abnimmt, und zwar ist sie (die Projektion der Breite) dem Sinus des Drehungswinkels proportional, wie die Stromstärke des reinen Wechselstroms. Das Wechseln des Stromes wird durch die verschiedene Farbe der Seiten des Flügels, sowie durch Pfeile angegeben. Die drei Flügel sind so gestellt, daß ihre Richtungen, den Phasen der Wechselströme eines Drehstroms entsprechend, Winkel von 120° miteinander bilden. Beim Drehen der Kurbel wird das Spiel der Ströme in den drei Leitungen ausserordentlich deutlich veranschaulicht.

Dieses Modell wird von der Firma Max Kohl in Chemnitz i.S. zum Preise von 40 M. hergestellt.

Für die Praxis.

Gewichtszunahme beim Verbrennen einer Kerze. Der früher von mir beschriebene Versuch (vgl. d. Zeitschr. XII 30) gestaltet sich einfacher und vollkommener, wenn man zur Absorption der Verbrennungsprodukte statt des Ätznatrons, das sehr rasch zerfließt und dadurch den Glimmercylinder bald unbrauchbar macht, Natronkalk verwendet. Ferner ist es zweckmäßig, anstatt des im Cylinder angebrachten Schutzbleches, im Korke *k* (s. Fig.) einen Eisendraht *d* zu befestigen, welcher oben zu einem horizontalen Ringe umgebogen ist, auf den man eine kreisförmige Asbestplatte von 1,5 cm Durchmesser legt. Der aus dem Korke hinausragende Teil des Drahtes *d* ist 2 cm lang.



Zur Absorption verwendet man 19 g Natronkalk. Bei dieser Belastung sinkt eine Schwimmerwaage mit einer Kugel von 6 cm Durchmesser gerade bis zum Drahhalse ein, wenn der Kork 36 g Schrot enthält. Zur Verbrennung eignet sich am besten ein Wachskerzchen.

M. Rosenfeld, Teschen.

Stromspectra. Von A. Zinger in Moskau. Zur Demonstration der Verteilung der elektrischen Stromlinien in zwei Dimensionen scheint mir eine Methode geeignet zu sein, die eine gewisse Ähnlichkeit mit der Methode der Beobachtung magnetischer Kraftlinien mittelst sogenannter magnetischer Spectra hat.

Auf eine Glasplatte wird ein Stück Filtrierpapier gelegt, das mit irgend einem Elektrolyten getränkt und mit feinen Metallfeilspänen bestreut ist. In zwei oder mehreren Punkten legt man die Elektroden an, die mit einer genügend kräftigen Stromquelle verbunden werden (bei meinen Versuchen — eine Dynamomaschine von 100—110 V.). Wird der Strom geschlossen, so tritt, infolge des an jedem Feilspahne stattfindenden elektrolytischen Niederschlages, das Bild der Verteilung der Stromlinien bald ganz deutlich hervor. Bei verschiedenen Combinationen in Bezug auf Anzahl, Lage und Form der Elektroden erhält man die verschiedensten Figuren, die auch zur Illustration mancher hydrodynamischer Erscheinungen nützlich sein können. Schöne Figuren erhält man u. a., wenn man in dem Wege des Stromes leitende oder nicht leitende Einsätze verschiedener Form macht. Als leitende können Metallplatten, als nicht leitende Ausschnitte in dem Papier dienen.

Von allen von mir untersuchten Salzlösungen gab die Zinkvitriollösung mit Zinkfeilspänen das beste Resultat. Beim Gebrauche von Bleizuckerlösung mit Bleispähen erhält man sehr deutliche aber schnell verschwindende Zeichnungen.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Meldesche Röhren zur Prüfung des Mariotteschen und Gay-Lussacschen Gesetzes. In den Vierteljahrsberichten z. Förd. des physik. u. chem. Unterrichts 1900 Heft 1 macht E. MAISS nähere Mitteilungen über Versuche mit den Meldeschen Röhren, die bereits im I. Jahrg. d. Zeitschr. (S. 168) kurz beschrieben sind¹⁾. Man benutzt zweckmässig eine Barometerröhre von 800 cm Länge und 3 mm Durchmesser, an jedem Ende bringt man einen eng anliegenden Ring mit Drahtbügel an, so dass man die Röhre in den zwei entgegengesetzten Lagen (Öffnung nach unten oder nach oben) vertikal aufhängen kann. In die Röhre, die sorgfältig calibriert und mit einer am geschlossenen Ende beginnenden Millimeterteilung versehen ist, bringt man eine Quecksilbersäule von 20 bis 30 mm Länge. Ist das Quecksilber chemisch rein und luftfrei, und ist die innere Röhrenwand vor der Füllung gut gereinigt worden, so bildet diese Quecksilbersäule einen gut zusammenhängenden, längs der Röhre leicht verschiebbaren Körper und zugleich einen luftdichten Abschluss für die im Innern abgesperrte Luft.

Man giebt nun der Röhre nacheinander die drei Hauptlagen: a) vertikal, mit der Öffnung oben, b) horizontal, c) vertikal mit der Öffnung unten; dadurch stellt man die Luft nacheinander unter die Drucke $b+h$, b , $b-h$, wenn b den herrschenden Barometerstand, h die Länge des Quecksilberfadens in der Röhre bezeichnet. Das Luftvolumen ist bei constantem Querschnitt der Länge l der Luftsäule proportional, es muss daher das Produkt aus der Länge l und dem Druck (p) constant sein, wenn das Gesetz von Mariotte (Boyle) richtig ist. Versuche in der Unterrichtsstunde ergaben nun für die 3 vorher bezeichneten Lagen folgende Werte:

	l	p	$l \cdot p$		l	p	$l \cdot p$
a	10,8	99,7	1077	a	24,4	98,7	2413
b	14,3	75,2	1075	b	32,1	75,4	2420
c	21,3	50,7	1080	c	46,7	51,9	2424
a	11,8	99,5	1175	a	24,5	98,9	2418
b	15,6	75,2	1173	b	32,0	75,4	2413
c	23,1	50,8	1173	c	46,6	51,9	2418

Legt man die Röhre auf ein Stellbrett, das unter verschiedenen Winkeln α gegen die Horizontalebene eingestellt werden kann, so lassen sich noch weitere Versuche hinzufügen, bei denen die Drucke, je nachdem das offene Ende nach oben oder unten gerichtet ist, durch $b+h \sin \alpha$, bzw. $b-h \sin \alpha$ dargestellt sind.

Zur Prüfung des Gay-Lussacschen Gesetzes dient eine ebensolche Röhre, in die aber behufs guter Trocknung der Luft eine kleine Menge reiner Schwefelsäure gebracht ist. Zu diesem Zwecke gießt man durch einen kleinen Trichter erst das Quecksilber in die Röhre, auf dieses ein paar Tropfen Schwefelsäure und dann wieder ganz wenig Quecksilber; kehrt man die Röhre um, so steigt die Schwefelsäure über die innere Quecksilbersäule. Die so hergerichtete Röhre wird mittelst Korkscheiben in ein weiteres Glasrohr (Mantelrohr) eingesetzt, das mit Zufluss- und Abflussröhrchen für Kühlwasser oder Dampf versehen ist. Neben dem Barometerrohr ist in der Höhe der abgesperrten Luftsäule ein Thermometer angebracht. Bei vertikaler Stellung der Röhre wurden z. B. nach Aufhören des Dampfstroms abgelesen:

¹⁾ Der Verfasser obiger Mitteilungen, Dr. Eduard Maifs, Professor an der I. Staatsoberrealschule in Wien II, ist am Schlusse der Sommerferien, den 13. September d. J. einem Herzschlage erlegen. Er redigierte die Vierteljahresberichte des Wiener Vereins zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts seit ihrer Begründung im Jahre 1896. Die Methodik des physikalischen Unterrichts verliert in ihm einen ihrer eifrigsten und thätigsten Förderer.

am Thermometer:	90°	80°	70°	60°	50°	40°	30°
am Barometerrohr:	462	449	436	423	411	398	385 mm.

Da der Druck $b - h$ sich während der Versuche nicht geändert hat, so müssen die Quotienten l/T constant sein, wenn l die Länge der Luftsäule, T die absolute Temperatur bedeutet. In der That findet man den Wert der Quotienten = 1,27 bis auf die zweite Dezimale constant.

Auch der Ausdehnungscoefficient der Luft und der Nullpunkt der absoluten Temperatur kann durch irgend ein paar der eben angeführten Werte bestimmt werden, z. B. folgt aus

$$\frac{398}{T + 40} = \frac{385}{T + 30} \text{ der Wert von } T = 272,2.$$

Zweckmäßiger ist es, einen direkten Versuch anzustellen und das Volumen der Luft so zu wählen, daß bei 1° Temperaturänderung das Volumen sich grade um eine Volumeneinheit ändert. Dann ist der Ausdehnungscoefficient der Luft $1/l$, wenn l die Länge der Luftsäule (bei 0°) bezeichnet. Man kann das richtige Volumen leicht durch Neigung der Barometerrohre herstellen.

Die Röhre läßt sich auch, wenschon umständlicher, zur Prüfung des Gay-Lussacschen Gesetzes für Druckänderungen bei constantem Volumen verwenden; hierbei muß die Öffnung nach oben gekehrt sein und das Volumen durch Auffüllen von Quecksilber constant erhalten werden. (In diesem Fall würde eine einfache Form des gewöhnlichen Luftthermometers vorzuziehen sein.)

Endlich ist die Röhre, durch gleichzeitige Änderung von Temperatur und Neigung der Röhre auch zur Prüfung des combinirten Mariotte-Gay-Lussacschen Gesetzes geeignet.

P.

Zwei chemische Versuche. Zwei leicht auszuführende Abänderungen bekannter Versuche bringt der „Scientific American“.

Der erste betrifft den Schwefelwasserstoff, der in einer Entwicklungsflasche auf die gewöhnliche Weise aus Schwefeleisen und Säure hergestellt wird. Das Gasableitungsrohr wird mit einem längeren Schlauche versehen, auf diesen ein fein ausgezogenes Glasrohr gesetzt und das Gas entzündet. Es verbrennt bekanntlich mit bläulicher Flamme vollständig nach der Gleichung $\text{H}_2\text{S} + 3\text{O} = \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$. Leitet man nun aber die Flamme auf die Oberfläche von Wasser, so ist die Verbrennung infolge der dadurch hervorgerufenen Abkühlung nur eine unvollkommene und vollzieht sich jetzt nach der Gleichung $\text{H}_2\text{S} + \text{O} = \text{H}_2\text{O} + \text{S}$. Wenn man a (s. Fig. 1) zur Hand nimmt und rasch mit der Flamme über die Oberfläche fährt, kann man dort durch die Abscheidung des Schwefels Schriftzeichen von metallisch schimmerndem Glanz hervorrufen, bei langsamer Bewegung erscheint die Wasserfläche schließlic sehr hübsch marmorirt. Der Schwefel senkt sich bald in weißen Fäden zu Boden.

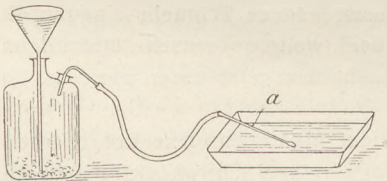


Fig. 1.

Der zweite Versuch betrifft den Phosphorwasserstoff (PH_3). Die Gewinnung dieses Gases, dem eine geringe Menge des zugleich entstehenden flüssigen P_2H_4 , die Selbstentzündlichkeit verleiht, ist trotz aller Vorsichtsmaßregeln nicht immer ganz gefahrlos, sobald man Phosphor und Kalilauge anwendet. Viel einfacher geschieht die Darstellung mittelst Calciumphosphids, das durch die Vereinigung von Phosphordampf mit glühendem Ätzkalk entsteht (Heumann S. 540). Ein wenig von dieser Substanz zersetzt sich in einem Kelchglase mit Wasser; der Prozeß verläuft im allgemeinen nach der Gleichung $\text{Ca}_3\text{P}_2 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{PH}_3 + 3\text{CaO}$. Der Phosphorwasserstoff steigt sofort empor und bildet die bekannten hübschen Ringe von Phosphorpentoxyd ($2\text{PH}_3 + 8\text{O} = \text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O}$). Streut man nun bei der Wiederholung des Versuches auf die Oberfläche des im Kelchglase (Fig. 2) befindlichen Wassers gleich



Fig. 2.

nach dem Einwerfen des Phosphorkalkes eine etwa 1 mm hohe Schicht von feinem, trockenem Sägemehl, so sammelt sich darunter das Gas in Gestalt einer Blase, die bald platzt, und trotzdem, daß das spez. Gewicht des Phosphorwasserstoffs (1,176) etwas größer ist als das der Luft, wird doch das Sägemehl infolge der bei der Oxydation gebildeten Wärme in großen Ringen in die Höhe getrieben. J.

2. Forschungen und Ergebnisse.

Die elektrische Entladung in verdünnten Gasen. Untersucht man das Potentialgefälle zwischen den Elektroden einer Geißlerschen Röhre, durch die ein constanter Strom fließt, so ist, wie Hittorf und Warburg gezeigt haben, die Potentialdifferenz zwischen der Kathode und der Außenseite des negativen Glimmlichtes eine constante Größe, die aber vielmal größer ist als die Potentialdifferenz zwischen irgend zwei gleich weit von einander entfernten Punkten in dem übrigen Teil der Röhre. Vorausgesetzt ist dabei, daß zwischen Kathode und Gas keine chemische Einwirkung stattfindet und daß das negative Glimmlicht weder die ganze Kathode bedeckt, noch die Rohrwand berührt. Dieser Potential sprung zwischen Kathode und Glimmlicht wird das „Kathodengefälle“ genannt und beträgt etwa 300 Volt. Ein ähnliches „Anodengefälle“ besteht auch an der Anode; es wurde von SKINNER näher untersucht. (*Wied. Ann.* 68, 752; 1899.) Zur Füllung der Röhren diente reiner Stickstoff, da nur hier constante Werte erhalten wurden. Das Anodengefälle hing ab von dem Material und der Oberflächenbeschaffenheit der Anode und betrug zwischen 18–35 Volt, also durchschnittlich noch nicht den zehnten Teil des Kathodengefälles. Das Anodengefälle ist unabhängig von der Stromstärke, wächst aber langsam bei Zunahme des Gasdrucks, bei verschiedenen Metallen mit verschiedener Geschwindigkeit. Je größer bei einem Metall das Anodengefälle, um so kleiner ist das Kathodengefälle, um so kleiner ist gleichzeitig der Potentialgradient in der Nähe der Anode. Ist das positive Glimmlicht geschichtet, so wird die Potentialdifferenz zwischen der Anode und einem in kurzer Entfernung von ihr gelegenen Punkte ein Minimum, in unmittelbarer Nähe der Anode dann sogar negativ. Der nahe der Anode gelegene Raum mit niedrigem Potentialgradienten erstreckt sich um so weiter in das Rohr hinein, je größer das Anodengefälle ist.

Während Skinner nur mit Stickstoff arbeitete, stellte H. A. WILSON analoge Versuche außer mit Stickstoff auch mit Wasserstoff und Luft an und fand die Skinnerschen Ergebnisse bestätigt. (*Phil. Mag.* 49, 505; 1900.) WILSON maß die Potentialdifferenz zwischen zwei 1,5 mm von einander entfernten Platindrähten, die in das Rohr eingeschmolzen waren; durch Verschiebung der beweglichen Elektroden konnte jeder Teil der Entladung zwischen die Platindrähte gebracht werden. Bei einigen Versuchen wurden die Platinsonden durch feine Quecksilberstrahlen ersetzt. SKINNER stellt das Potentialgefälle in den Röhren graphisch durch Kurven dar. Bei dem gewöhnlichsten Typus der Entladung, einer einfachen positiven Lichtsäule, stieg die „elektrische Intensität“ an beiden Enden der Säule etwas an, um dann zu einem kleinen Wert zu fallen. Die Erhebung vor dem Sinken ist an dem positiven Ende der positiven Lichtsäule oft sehr bedeutend. Das Vorzeichen des Potentialgradienten wird in der That in der Nähe der Anode umgekehrt. Falls nicht etwa die eingeführten Sonden die Entladung an diesen Stellen der Röhre störend beeinflussen und dadurch diese Umkehrung bewirken, muß man annehmen, daß an jenen Stellen die Quelle einer elektromotorischen Kraft besteht; dieselbe könnte wohl durch positive Ionen erzeugt werden, die infolge des plötzlichen Potentialgefälles an der Oberfläche der Anode von dieser fortgeschleudert werden.

Eine Abnahme der Stromstärke zeigt eine wesentliche Änderung der Gradientenkurve. Ist das positive Licht geschichtet, so zeigt die Kurve ein den Schichten genau entsprechendes Steigen und Fallen der „elektrischen Intensität“. Die Änderungen der letzteren nahe der positiven Elektrode sind sehr ähnlich denen zwischen der positiven Lichtsäule und der negativen Elektrode, allerdings auf einen viel kleineren Raum zusammengedrängt. Wie Thomson gezeigt hat, muß die Intensitätskurve nach oben konkav sein, wo die Ionen sich vorzugsweise bilden, dagegen nach unten konkav, wo die Wiedervereinigung der Ionen

überwiegt. Bei dieser Annahme würde an den der Anode naheliegenden Stellen, ebenso an der Stelle des negativen Glimmlichts und im Faradayschen dunklen Raum starke Ionenbildung stattfinden.

WILSON maß auch die Änderung der elektrischen Leitfähigkeit des verdünnten Gases während der Entladung. Zu dem Zwecke wurden an den Enden der vorherbenutzten Sonden kleine Platinplatten angelötet, zwischen denen der Strom eines Clarkelementes durch das Gas hindurchgeleitet wurde. Der Strom zwischen diesen kleinen Elektroden ändert sich nicht im gleichmäßigen positiven Licht. Im Faradayschen dunklen Raum wird die Leitfähigkeit viel geringer; in der Nähe des negativen Glimmlichts wächst sie, um in dem Crookeschen dunklen Raum zu einem sehr kleinen Wert herabzusinken. In der Nähe der Anode ist die Leitfähigkeit ebenfalls sehr klein. Zwischen den Schichten des positiven Lichtes fällt die Leitfähigkeit. Im allgemeinen leiten also die hellen Teile der Entladung besser als die dunkeln. Wahrscheinlich befördert die von der Entladung erzeugte Strahlung die Ionenbildung an den kleinen Platinelektroden und steigert dadurch die scheinbare Leitfähigkeit der Strahlen aussendenden Teile der Entladung.

Das für die gewöhnlichen Gase schon öfters gemessene „Kathodengefälle“ suchte STRUTT auch für die Edelgase Argon und Helium zu bestimmen. (*Phil. Mag.* 49, 293; 1900). Die von ihm angewandte Methode ergab für Wasserstoff 298 Volt, d. h. fast genau den von Warburg gefundenen Wert (300 Volt). Die mit Helium gefüllte Röhre zeigte zuerst noch Spuren von Stickstoff, und das Kathodengefälle betrug dann 350 Volt. Ein Aluminiumdraht als Kathode wurde durch den Strom erhitzt und absorbierte den Stickstoff; das Kathodengefälle des so gereinigten Heliums war dann im Mittel 226 Volt. Im Argon fand STRUTT bei Benutzung von Platinelektroden im Mittel ein Kathodengefälle von 175 Volt, bei Aluminiumelektroden 100 Volt. Eine ganz ähnliche Abnahme des Kathodengefälles hatte Warburg für Wasserstoff gefunden, wenn er statt Platin Aluminiumelektroden benutzte.

Eigentümliche Lichterscheinungen beobachtete STRUTT in einer mit verdünntem Argon gefüllten Kugel, wenn eine Leydener Flasche durch eine Drahtrolle, innerhalb deren die Kugel lag, entladen wurde. Sobald der Druck niedrig genug war, um die Entladung durch das Gas hindurchzulassen, erschien ein roter Ring in der Kugel, gerade an der Innenseite der Drahtrolle. Bei geringerem Druck breitete sich der rote Ring aus, und ein dünner Ring glänzenden blauen Lichtes erschien an dem äußeren Teil der Kugel. Bei noch weiterer Verdünnung dehnte sich das blaue Licht nach innen zu aus, um endlich, wenn die Entladung nur noch mit Mühe hindurchging, die ganze Kugel zu erfüllen. Die elektrodenlose Entladung zeigt also in sehr deutlicher Weise die zuerst von Crookes wahrgenommene Umwandlung des roten Glimmlichtes bei Argon in blaues. Das rote Licht erhält man bei hohem Gasdruck und schwacher Entladung, das blaue bei niedrigem Druck und sehr starker Entladung. — Im Helium zeigte die elektrodenlose Entladung gelbes Licht, sonst jedoch keine besonderen Eigentümlichkeiten.

Wird ein Gas durch Einwirkung von Röntgenstrahlen leitend gemacht, so wächst der zwischen zwei in dem Gase befindlichen Elektroden entstehende Strom nicht proportional mit der Potentialdifferenz, sondern erreicht bei constanter Strahlung einen Maximalwert. Dieser „gesättigte“ Strom tritt dann auf, wenn die zur Stromleitung dienenden Ionen ebenso rasch verbraucht werden, als sie durch die Strahlung entstehen. Nach dieser Auffassung muß das Verhältnis der Sättigungsströme zweier Gase die relative Zahl der bei beiden Gasen durch die Strahlung erzeugten Ionen ergeben. STRUTT bestimmte nun die Sättigungsströme bei Luft und Helium und fand, daß das Verhältnis beider, wenn die Röntgenstrahlen 10 Sekunden einwirkten, 1:0,44 betrug. Daraus folgt, daß im Helium etwa halb so viel Ionen als in Luft erzeugt werden.

Argon und Helium sind einatomige Gase. Wenn jede elektrische Entladung durch Ionen vermittelt und diese Ionen durch einen Dissociationsprozefs erzeugt werden, so muß man annehmen, daß die Ionen der einatomigen Gase in noch etwas kleineres gespalten werden. Aus den Versuchen STRUTTS geht hervor, daß Argon und Helium die Entladung

in normaler Weise leiten. Ist das „Kathodengefälle“ ein Maß für die Energie, die zur Ionisierung eines Gases unter Einwirkung eines elektrischen Stromes verbraucht wird, so zeigen die Versuche, daß die Ionisierung des Argons und Heliums etwas leichter bewirkt wird als die anderer Gase. Daß die Ein-Atomigkeit eines Gases aber kein wesentlicher Faktor für die Leichtigkeit der Ionenbildung ist, geht daraus hervor, daß Quecksilberdampf unter dem Einfluß der Röntgenstrahlen viel besser leitet als Luft, während Helium nur halb so gut leitet wie Luft. Für eine Eigentümlichkeit der einatomigen Gase, daß Aluminiumkathoden in ihnen sprühen, konnte der Verf. eine Erklärung nicht finden.

Die Lichterscheinungen verdünnter Gase in Geißlerschen Röhren werden von Temperaturveränderungen erheblich beeinflusst. Goldstein und Hittorf haben zuerst diese Einwirkung festgestellt; ebenso beschrieb Wesendonck den Einfluß eines glühenden Körpers auf das Leuchten des Gases. Zu einem genaueren Studium dieser Erscheinungen benutzte J. STARK (*Ann. d. Physik*, 1 424; 1900) eine Hochspannungsbatterie von 2000 Akkumulatoren; als Entladungsröhren dienten teils große Glühlampen, teils 40 cm lange Röhren mit 1 cm langen Aluminiumstiften als Elektroden. Die Erhitzung des verdünnten Gases wurde durch deltaförmige Kohlenfäden bewirkt, die senkrecht zur Strombahn in verschiedenen Abständen in das Gas eingesenkt waren. War nun die Spannung zwischen den Elektroden der Röhren so groß, daß die Entladung gerade nicht mehr eintreten konnte, so erfolgte sie sofort, sobald einer jener Kohlenfäden in Rot- oder Weißglut versetzt wurde. Wurde die Kathode selbst in Glut versetzt, so erhielt man bei einer relativ geringen elektromotorischen Kraft schon eine leuchtende Glimmladung. Durch Erhitzung des Gases wird also die Entladespannung herabgesetzt. Auf demselben Grunde beruht das Zurückweichen der zwischen Heizkörper und Anode befindlichen Schichten nach der Anode zu, was besonders auffallend ist, wenn der Heizkörper die Kathode selbst ist.

Damit durch die Erhitzung die Stärke des Gasstromes nicht erheblich geändert werden konnte, nahm STARK für weitere Versuche die Entladespannung um einige 100 Volt höher als diejenige, die zur Unterhaltung der Entladung gerade ausreicht. Unter diesen Umständen wird durch den weißglühenden Heizkörper das positive Glimmlicht sehr geschwächt oder ganz ausgelöscht; in geschichtetes Licht schneidet der Heizkörper einen dunkeln Raum ein. Das negative Glimmlicht wird durch einen in ihm liegenden Heizkörper stark geschwächt, aber nicht gänzlich ausgelöscht. Besonders deutlich tritt der Einfluß der Erhitzung auf das elektrische Leuchten hervor, wenn die Oberfläche des Heizkörpers groß ist zu den Dimensionen der Entladebahn. Eine Erklärung dieses Einflusses findet der Verf. in der Annahme einer Dissociation des Gases durch Erhitzung. Die Dissociation, Zerfallung in Ionen, bewirkt, daß das Gas unter dem Einfluß elektrischer Ladungen nicht mehr phosphoresziert. Die Erhitzung wäre hiernach nur die indirekte Ursache des Verschwindens des Leuchtens.

Um zu einem tieferen Verständnis des Einflusses der Erhitzung auf das elektrische Leuchten zu gelangen, unternahm STARK eine genauere Untersuchung der Spannungs- und Intensitätsverhältnisse an den verschiedenen, hellen und dunkeln Stellen der Entladungsröhre bei partieller Erhitzung der einzelnen Teile (*Ann. d. Physik*, 3. 221 u. 243; 1900). Die Erhitzung erfolgte wieder durch Kohlenfäden; durch Aluminiumsonden wurden Spannungsdifferenz und Stromstärke im Heizungsgebiete bestimmt. Die in allen Teilen der Entladung vorgenommenen Messungen ergaben, daß sich die dunkeln und die hellen Stellen je unter sich gleich verhalten. Bei einer partiellen Erhitzung der leuchtenden Räume nimmt mit steigender Temperatur das Spannungsgefälle ab, die Stromstärke zu. In den dunkeln Räumen dagegen bewirkt eine Erhitzung des Kohlenfadens unter Rotglut eine Vergrößerung des Gefälles und Verringerung der Stromstärke; wird die Erhitzung weiter bis zur Weißglut geführt, so steigt die Stromstärke wieder stark an und das Gefälle nimmt ab.

Da schon bei einer gewöhnlichen Entladung ohne Erhitzung in einem leuchtenden Raum das Spannungsgefälle ein relatives Maximum, in einem dunkeln ein relatives Minimum ist, so liegt die Vermutung nahe, daß auch die vom Verf. beobachtete thermische

Auslöschung des elektrischen Leuchtens mit dem Spannungsgefälle im Zusammenhang stehe. Wie die Untersuchung zeigt, wird aber in einem leuchtenden Raum durch Temperaturerhöhung das Spannungsgefälle erniedrigt, d. h. in ein Minimum gedrückt, und es gilt daher wohl der Satz, daß ein elektrisch durchströmtes Gas da ein relatives Minimum des Leuchtens hat, wo das Spannungsgefälle ein Minimum hat.

Während Stark bei allen seinen Versuchen immer partielle Erhitzungen der verschiedenen Gebiete des Entladungsraums vornahm, erwärmte G. C. SCHMIDT die ganze Vakuumröhre gleichmäßig innerhalb eines mit Asbest ausgefütterten eisernen Kastens bis zu 300° und untersuchte die dadurch hervorgerufene Veränderung der Entladung in der mit Stickstoff gefüllten Röhre auch bei verschiedenen Drucken (*Ann. d. Physik I, 625; 1900*). Bei gesteigerter Temperatur zerfiel das ungeschichtete positive Licht in Schichten, bei noch höherer Temperatur zog es sich nach der Anode zurück, sodaß die Entladung eine dunkle wird. Schaltet man jedoch eine Funkenstrecke vor, so leuchtet die Röhre wieder, woraus hervorgeht, daß die Leuchtfähigkeit des Gases bei jener Temperatur noch nicht aufgehört hat. Den Einfluß der Temperatur auf das Potentialgefälle prüfte SCHMIDT durch besondere in die Röhre eingeschmolzene Platinsonden. Obwohl das Kathodengefälle mit steigender Stromstärke zunimmt, nimmt der Potentialgradient im positiven Licht auch bei höheren Temperaturen mit der Stromstärke ab, ist also vom Kathodengefälle unabhängig. Bei constanter Gasdichte blieb der Gradient unabhängig von der Temperatur; beim Erwärmen unter constantem Druck dagegen nahm der Gradient ab, und zwar langsamer als die Gasdichte. Das Kathodengefälle war, solange die Kathode von dem Glimmlicht nicht ganz bedeckt und nicht bis zur Weißglut erhitzt ist, unabhängig von der Temperatur. Erst wenn die Kathode weißglühend ist, sinkt das Kathodengefälle. In der dunkeln Entladung nimmt der Gradient bei constanter Gasdichte mit der Temperatur zu, bei constantem Druck dagegen mit der Temperatur ab. Die Gesamtpotentialdifferenz zwischen den Elektroden nimmt mit steigender Temperatur anfangs langsam, dann rasch ab, erreicht ein Minimum, um dann wieder zu steigen. Dieses Minimum liegt bei derselben Röhre bei einer um so niedrigeren Temperatur, je geringer die Anfangstemperatur oder je geringer der Anfangsdruck ist.

Wie Hittorf bereits 1879 gezeigt hat, wird eine durch eine Vakuumröhre gehende unstetige Entladung in ihrer Stärke verändert, wenn man die Röhre mit der Hand berührt. Geladene und ungeladene Körper, die dem Entladungsgebiet in verdünnten Gasen genähert werden, beeinflussen, wie auch Lehmann nachwies, die Entladung. Wird den Elektroden einer Vakuumröhre eine Spannung zugeführt, die gerade hinreicht, um die Entladung einzuleiten, so tritt diese nicht ein, wenn man vor Schließung des Stromkreises in die Nähe der Kathode einen Leiter legt; Berührung der Anode übt keine Wirkung aus. Durch den der Kathode genäherten Leiter wird die Dichte der von der Kathode zur Anode laufenden Kraftlinien verringert und die für den Eintritt der Entladung notwendige Spannung erhöht. Lädt man anderseits die Elektroden auf eine Spannung, die zur Entladung gerade nicht mehr ausreicht und nähert einer Elektrode eine gleichnamige Ladung (geriebenen Glas- oder Kautschukstab), so wird, wie SPARK (*Ann. d. Physik, I, 430; 1900*) zeigt, die Entladung momentan ausgelöst; das gleiche erfolgt, wenn man eine ungleichnamige Ladung entfernt. Hier wird offenbar die Spannung zwischen beiden Elektroden erhöht und das Eintreten der Ladung dadurch erleichtert.

Ist die Spannung der Elektroden nicht viel höher als die Entladespannung, so wird die Entladung unstetig, und es treten an der Kathode mechanisch-akustische Schwingungen auf, die einen Ton erzeugen. Durch Leiter, die der Kathode genähert werden, kann die Höhe dieses Tones verändert werden. Die Ursache der Schwingungen ist in elektrostatischen Anziehungen und Abstosungen zwischen Kathode, der negativ geladenen Röhrenwand oder einem genäherten Leiter zu suchen. Legt man einen Stanniolstreifen in der Nähe der Kathode lose um die Röhre, so gerät dieser ebenfalls in Schwingungen, und der so verstärkte Ton ist bis auf 20 m Entfernung hörbar. Schließt man an den Stanniolstreifen eine

Kapazität an, so wird der Ton um so tiefer, je größer die Kapazität ist. Ist der Ton nicht sehr hoch, so wird ein zwischen Stanniolstreifen und Kapazität eingeschaltetes Telephon zum Tönen gebracht. Es werden in dem Stanniolstreifen durch die Potentialschwankungen in der Röhre elektrische Schwingungen induciert, deren Periode zwischen den langsamen Wechselstromschwingungen und den schnellen Hertzschen liegt.

STARK brachte als Elektroden in eine enge Röhre senkrecht zu ihrer Achse zwei leicht federnde Drähte in einer Entfernung von 50 cm von einander. War die Röhre so weit evakuiert, daß die Entladespannung mehr als 1500 Volt betrug, so geriet beim Durchgang einer un stetigen Entladung die Kathode in starke Schwingungen, während die Anode vollkommen still stand. Die Ausschläge der schwingenden Kathode sind um so größer, je höher die Entladespannung ist. Da diese durch Erhitzung herabgesetzt wird, so werden die Ausschläge der Kathode bei Erwärmung kleiner, bei Weißglut hören sie ganz auf. Daß die beschriebenen Schwingungen nicht auch an der Anode auftreten, liegt nach des Verf. Ansicht in dem Umstande, daß hier die Potentialschwankungen weniger stark sind als an der Kathode. Überhaupt steht in einem verdünnten Gas die Entladung in einer gewissen Abhängigkeit von der Entladung an der Kathode, sodaß Störungen an der Kathode die ganze Entladung beeinflussen.

Ein mit einem Pol eines Rühmkorffschen Apparats verbundener Metalldraht umgiebt sich mit einer Lichthülle, wenn der Stromkreis des Rühmkorff einen Funkenerreger oder eine Crookesche Röhre enthält. Aufser dieser Lichthülle bemerkt man noch kleine leuchtende Sterne in fast gleichen Abständen längs des Drahtes. Diese Erscheinung prüfte BORGMANN an Drähten, die sich innerhalb langer Glasröhren befanden, bei verschiedenen Graden der Verdünnung der die Röhren erfüllenden Gase. (*C. R. CXXX, 1179; 1900.*) Die Drähte waren aus Platin und hatten 0,1 mm Dicke; das eine Ende war isoliert, das andere mit dem einen Pol des Rühmkorff verbunden. Je mehr die Luft in der Röhre verdünnt wurde, um so weniger lebhaft war der Glanz der Lichthülle, um so deutlicher aber wurden die leuchtenden Punkte. Bei einer bestimmten Verdünnung bildet sich um jeden dieser Punkte eine dünne, schwach leuchtende Gasschicht senkrecht zum Draht. Bei noch weitergehender Verdünnung nahmen die transversalen Gasschichten an Zahl und Ausdehnung zu; endlich verschmolzen sie zu einer das ganze Innere der Röhre erfüllenden, aber noch geschichteten Gasmasse. Welcher Pol dabei mit dem Draht in Verbindung steht, ist gleichgiltig.

Die Lichterscheinungen werden noch interessanter, wenn man im Nebenschluß eine Funkenstrecke und einen Condensator mit variablem Plattenabstande einschaltet. Bei einer Funkenlänge von weniger als 3 mm treten eine Reihe eigentümlicher Erscheinungen auf, die der Verf. durch Abbildungen erläutert; in diesem Falle ist es nicht gleichgiltig, mit welchem Pol der Draht verbunden wird. Bei einer Verbindung mit dem positiven Pol zeigen sich z. B. eine Reihe leuchtender Scheiben, die in gleichen Entfernungen den Draht umgeben und deren Zahl mit dem Druck, dem Potential und dem Durchmesser der Röhre abnimmt. Bei geringen Drucken nehmen die Scheiben die Form biconkaver violetter Linsen an, deren Durchmesser mit zunehmender Verdünnung wächst und die bei sehr niedrigem Druck schliesslich mit einander verschmelzen. Bei negativem Polanschlufs werden die Erscheinungen wesentlich andere. Man bekommt hier deutliche Einwirkungen eines Hufeisenmagneten, die darauf hindeuten, daß radiale Kathodenstrahlen von dem Draht ausgehen. Bei einer Funkenlänge von mehr als 3 mm haben alle Erscheinungen denselben Charakter wie ohne Funkenstrecke.

Schk.

Becquerelstrahlen. Die von den radioaktiven Körpern ausgehenden Strahlen umfassen zwei verschiedene Gruppen: die eine, den Kathodenstrahlen ähnlich, ist im magnetischen und elektrischen Feld ablenkbar, die andere Gruppe ähnelt mehr den Röntgenstrahlen, ist nicht ablenkbar und enthält Strahlen von verschiedener durchdringender Kraft. VILLARD untersuchte die durchdringende Kraft der beiden Strahlenarten in der Weise, daß er sie im magnetischen Felde auf zwei übereinandergelegte photographische

Platten wirken liefs, von denen die obere beide Strahlenarten, die untere nur die nicht ablenkbaren aufnahm (*C. R. CXXX, 1178; 1900*). Die letzteren zeigten sich dabei viel durchdringender als die ersteren; eine Glasscheibe von 1 cm Dicke hält die ablenkbaren Strahlen völlig zurück und schwächt die andern nur sehr wenig. Geht die Gesamtstrahlung durch mehrere Schirme hintereinander, so bewirken die ersten eine bedeutende Absorption, während die folgenden Schirme den Rest der Strahlung nur wenig schwächen.

Der erste Körper, bei dem BECQUEREL die eigentümliche Strahlungsfähigkeit feststellte, das Uran, ist durch die viel stärker wirkenden Baryumsalze etwas in den Hintergrund gedrängt worden, und die weiteren Entdeckungen über die Eigenschaften der Strahlen wurden mit Körpern gemacht, die eine erheblich gröfsere Radioaktivität besaßen als Uran. Und doch ist es von grossem Interesse zu erfahren, ob die ursprünglichen „Uranstrahlen“ alle jene weiteren Eigenschaften ebenfalls besitzen. Das hat BECQUEREL festzustellen gesucht (*C. R. CXXX, 1583; 1900*). Die sehr geringe Intensität der Uranstrahlen und folglich lange Expositionszeit bei den photographischen Versuchen machen die Beobachtungen hier viel schwieriger. Um eine Ablenkung der Uranstrahlen nachzuweisen, wendete BECQUEREL seine schon für die Radiumstrahlen benutzte Methode an. Auf eine in schwarzes Papier gehüllte Platte wurde der Schatten eines senkrecht zur Platte stehenden Schirmes, der parallel den Kraftlinien des Magnetfeldes steht, projiziert. Die Expositionszeit dauerte mehrere Tage. Mit einem Felde von 1500 C.-G.-S erhielt man einen Schatten des Schirmes, der zeigte, dafs ein Teil der Strahlung in derselben Richtung wie die Kathodenstrahlen abgelenkt wird. Das Produkt $H \cdot \rho$ (Magnetfeld \times Krümmungsradius der Strahlenkurve) war von derselben Gröfsenordnung wie für die entsprechenden Radiumstrahlen.

Weiter untersuchte BECQUEREL das Uranpräparat darauf hin, ob die Strahlung dem Uran eigentümlich ist oder ob der Grund dafür in einer anderen dem Uran beigemengten Substanz zu suchen ist (*C. R. CXXXI, 137*). Er benutzte dabei ein von Debieerne angegebene Verfahren, das darin besteht, dem in Wasser gelösten Uranchlorür eine gewisse Menge Baryumchlorür beizumengen und das Baryum als Sulfat zu fällen. Man erhält dann ein sehr aktives Baryumsulfat, während das zurückbleibende Uransalz weniger aktiv ist als nachher. Entsprechend der Menge des hinzugefügten Baryums erhält man ein mehr oder weniger aktives Sulfat und ein mehr oder weniger geschwächtes Uransalz. Wiederholt man dieselbe Operation mehrmals, so wird das niedergeschlagene Baryumsulfat immer weniger aktiv und die relative Verringerung der Aktivität des Urans nimmt immer mehr ab. Der Verf. studierte sowohl mit der photographischen Platte als mit dem Elektroskop die abnehmende Intensität desselben Produkts nach 18 derartigen Operationen. Doch glaubt er aus seinen Versuchen noch nicht bestimmt entscheiden zu können, ob das Uran eine eigene Radioaktivität besitzt oder ob diese vielleicht doch von einer fremden Beimengung herrührt.

In ganz anderer Weise wie Becquerel deutet LENGYEL die von ihm angestellten Versuche über eine gegenseitige Einwirkung von Uran- und Baryumsalzen (*Ber. der deutschen chem. Ges. 33, S. 1237; 1900*). Das nicht aktive Baryumnitrat wurde mit Uranyl nitrat zusammengeschmolzen, geglüht und in Salpetersäure gelöst; mit Schwefelsäure liefs sich dann radioaktives Baryumsulfat als feiner weisser Niederschlag fällen. LENGYEL glaubt hier auf künstlichem Wege eine Substanz hergestellt zu haben, die alle Eigenschaften der radioaktiven Stoffe, Wirkung auf die photographische Platte, auf den Leuchtschirm und Leitendmachen der Luft, besitzt. Da er aber selbst erwähnt, dafs seine künstliche Substanz „vielleicht von einer Spur Uran“ gelblich erscheint, so wird man die Strahlungsfähigkeit vielleicht eben dieser Beimengung zuzuschreiben haben. Nach der Ansicht von Debieerne (*C. R. CXXXI, 335*) werden in jenem chemischen Prozeß durch die Baryumsalze andre radioaktive Stoffe, wahrscheinlich das von ihm entdeckte Actinium mitgerissen.

Zu den zuletzt besprochenen chemischen Einwirkungen der radioaktiven Stoffe auf einander kommen aber, wie DEBIERNE zeigt, noch die Einwirkungen der von Curie entdeckten Radioinduktion. Die dadurch hervorgerufene sekundäre Radioaktivität wird viel gröfser, wenn man den aktiven Körper mit dem zu induzierenden in möglichst innige Berührung

bringt. Das geschieht am besten dadurch, daß man beide Körper gemeinsam in Lösung bringt und zusammen ausfällt. So erhielt DEBIERNE ein aktives Chlorbaryum, indem er es mit einem sehr aktiven Actiniumsalz in Lösung brachte. Noch stärkere Wirkungen erhielt er, wenn er schwefelsauren Baryt in einer Actinium enthaltenden Lösung fällte; hierbei wird das Actinium in den Niederschlag mitgerissen und kann durch Ammoniak wieder abgeschieden werden, wobei Chlorbaryum zurückbleibt. Je länger man das Actinium mit dem Baryum zusammen läßt, um so größer ist dessen induziertes Strahlungsvermögen. Der Verf. erhielt so eine beträchtliche Menge Chlorbaryum, dessen Aktivität mehrere hundertmal größer war als die des gewöhnlichen Urans.

Das durch Induktion strahlungsfähig gemachte Baryumpräparat hat eine Reihe von Eigenschaften mit dem aus der Pechblende gewonnenen gemeinsam. Das Strahlungsvermögen ist bei beiden eine Eigenschaft der Atome und bleibt bei allen chemischen Umwandlungen bestehen. Die Strahlen beider Präparate sind gleicher Art: sie ionisieren Gase, bringen einen Platincyanürschirm zum Leuchten und wirken auf die photographische Platte; ein Teil der Strahlung wird vom Magneten abgelenkt, und das wasserfreie Chlorür ist selbstleuchtend. Durch wiederholtes Auskrystallisieren läßt sich auch die Wirkung des aktivierten Präparats soweit steigern, daß man Produkte erhält, deren Strahlungsvermögen das des gewöhnlichen Urans um das tausendfache übertrifft. Andererseits giebt es aber auch erhebliche Unterschiede zwischen dem aktivierten und dem von Natur aktiven Präparat. Vor allem zeigt das erstere nicht das charakteristische Spektrum des Radiums. DEMARÇAY prüfte darauf hin ein Produkt, das tausendmal aktiver war als Uran und fand keine einzige der Radiumlinien, während ein zehnmal schwächerer Extrakt der Pechblende diese sehr deutlich zeigte. Ferner wird bei dem künstlich aktivierten Chlorbaryum das Strahlungsvermögen immer geringer: in drei Wochen war seine Intensität auf ein Drittel gesunken. Im Gegensatz dazu wird das Vermögen des natürlichen Präparats anfangs größer und bleibt dann constant. Dieses Abnehmen der Wirkung und das Fehlen des Spektrums bestätigen zugleich, daß die Strahlungsfähigkeit der aktivierten Substanz nicht etwa auf mitgerissenen Mengen von Radium oder Actinium, sondern auf Induktion beruht.

Das in dieser Zeitschrift (*XIII 101*) beschriebene Spektrum des Radiums wurde von DEMARÇAY an einem von Frau Curie hergestellten besonders reinen Präparat von Radiumchlorür nochmals untersucht (*C. R. CXXXI, 258*). Er fand die starken Radiumlinien außerordentlich deutlich; besonders die Linien 3814,7, 4340,8 und 4683,2 gehörten zu den intensivsten Linien, die der Verf. jemals gesehen. Außerdem zeigten sich noch zwei neblige Streifen: der eine zwischen 4621,9 und 4631,0, der zweite gegen das Ultraviolett zwischen 4463,7 bis gegen 4390; beide zeigen ein deutliches Maximum. An einem von Giesel hergestellten Radiumpräparat untersuchte RUNGE ebenfalls das Spektrum, fand aber nur drei neue Linien, während die andern von Demarçay beobachteten teils nicht zu sehen waren, teils auch im gewöhnlichen Chlorbaryum vorkamen (*Ann. d. Physik, 2, 742; 1900*). Möglicherweise beruht die Verschiedenheit beider Beobachtungen auf einer Verschiedenheit des Materials; immerhin wird die Bestimmung der Radiumlinien noch eingehenderer Untersuchungen bedürfen.

Die bereits früher (*diese Ztsch. XIII 101*) von Frau CURIE vorgenommene Bestimmung des Atomgewichts des Radiums wurde von ihr mit einem neuen Präparat wiederholt und hierbei erheblich größer gefunden (*C. R. CXXXI, 382*). Zur bessern Kontrolle unterwarf sie reines und radioaktives Chlorbaryum der gleichen Reaktion und bestimmte daraus das Atomgewicht sowohl des reinen wie des strahlenden (d. h. Radium enthaltenden) Baryums. Für das erstere ergab sich 138,0; für das letztere 174,1, bei einem anderen Versuch 173,6. Da nach dem Aussehen des Spektrums das radioaktive Präparat viel mehr Radium als Baryum enthalten muß, so ist anzunehmen, daß das Atomgewicht des Radiums größer sein muß als 174. Zum genaueren Studium der Eigenschaften des reinen Radiums waren die bisher isolierten Mengen von Radiumchlorür nicht ausreichend.

Die in dieser Zeitschrift (*XIII 100*) beschriebenen Versuche von BEHRENDSEN über den Einfluß der Temperatur auf die Strahlungsintensität wurden von dem Verf. bis

auf die Temperatur der flüssigen Luft herab ausgedehnt. (*Annal. d. Physik*, 2, 335). Die Wirkung eines Radiumpräparats auf eine geladene Platinscheibe wurde zuerst bei Zimmertemperatur, dann nach Eintauchen des das Präparat enthaltenden Röhrchens in ein Gefäß mit flüssiger Luft bestimmt; der Verf. maß die Zeit, in der die Nadel des mit der Scheibe verbundenen Elektrometers durch dieselben Teilstriche der Spiegelskala hindurchging. Es zeigte sich hierbei ein wesentlicher Rückgang der Entladungswirkung. Das von demselben Verf. durch Glühen von Uranpecherz am Deckel des Gefäßes niedergeschlagene Poloniumsublimat („X-Sublimat“) hatte nach einem Jahre sehr in seiner entladenden Wirkung abgenommen. Das gleiche hatte auch Giesel bei seinen Poloniumpräparaten gefunden.

Ebenso wie auf die von den radioaktiven Körpern ausgesandten Becquerelstrahlen wirkt Temperaturänderung auf die Phosphoreszenzeigenschaften dieser Körper ein. So untersuchte LE BON mehrere Proben radioaktiven Brombaryums, die von List in Hannover bezogen waren, und fand einen erheblichen Einfluß der Temperatur auf die Phosphoreszenz (*C. R. CXXX*, 891). Drei Probestücke phosphoreszierten stark bei gewöhnlicher Temperatur, wurden dunkel beim Erwärmen auf 200° und leuchteten beim Abkühlen von neuem. Eine vierte Probe phosphoreszierte für gewöhnlich nicht, leuchtete bei 200° auf, erlosch aber auch bei dieser Temperatur sehr rasch und wurde beim Abkühlen nicht wieder leuchtend. LE BON erklärt diese Erscheinungen durch das Auftreten chemischer Reaktionen während des Temperaturwechsels. Darauf deutet auch die Thatsache hin, daß alle diese Substanzen bei Anfeuchtung ihre Phosphoreszenz verlieren und ihre Einwirkung auf das Elektroskop bedeutend verringern. Außer den radioaktiven Körpern fand der Verf. noch andere, deren Phosphoreszenz von der Temperatur abhängt und die zugleich die Gase leitend machen. Ein solcher Körper ist das schwefelsaure Chinin. Wird dasselbe erwärmt, so phosphoresziert es und entladet ein Elektroskop sehr rasch, verliert diese Fähigkeit allerdings bald. Bei dem schwefelsauren Chinin lassen sich aber die bei der Erwärmung eintretenden chemischen Veränderungen leicht feststellen. Über 100° wird es wasserfrei, beim Abkühlen bildet sich sein Hydrat von neuem; Phosphoreszenz und Entladungsvermögen stehen also mit der Hydratbildung in Zusammenhang. Auch bei anderen Körpern, wie z. B. Phosphor, bringen geeignete chemische Reaktionen Phosphoreszenz und Entladungsvermögen hervor.

Auf Grund dieser Beobachtungen ist LE BON geneigt, die „Strahlen“ der radioaktiven Körper für eine Emanation fester Teilchen zu halten, die bei gewissen chemischen Reaktionen eintritt. Die Ähnlichkeit mit den Kathodenstrahlen, die ja jetzt wohl allgemein als negativ geladene Massenteilchen angesehen werden, würde mit dieser Auffassung durchaus zusammenstimmen.

Schk.

Flüssige Krystalle. O. LEHMANN hat, nachdem Reinitzer 1888 gefunden hatte, daß Cholesterylbenzoat bei 145,5° zu einer trüben, aber doppeltbrechenden Flüssigkeit schmilzt, die bei 178,5° hell wird, und nachdem ein ähnliches Verhalten bei p-Azoxyanisol und p-Azoxypenetol erkannt war, diese drei Körper eingehend studiert und sie während dieses Übergangszustandes als flüssige Krystalle angesprochen. Neben den seinigen liegen besonders von SCHENCK, ABEKG und SEITZ Untersuchungen hierüber vor. Der Berliner Physikalischen Gesellschaft hat LEHMANN im März 1900 die Versuche hierüber gezeigt und dann seine Ergebnisse in den *Ann. d. Physik* (1900, Bd. 2, S. 640) veröffentlicht.

Wenn die genannten Körper im Projectionsapparat demonstriert werden, so sieht man bei hinreichender Erwärmung eine klare Flüssigkeit. Kühlt man diese ab, so wird bei bestimmter Temperatur das Ganze trübe und bei noch weiterer Abkühlung schießen vom Rande aus Krystalle an, bis endlich das Ganze fest ist. Die Umwandlungstemperatur, bei der die klare Flüssigkeit trübe wird (und umgekehrt), ist für p-Azoxyanisol 134°, p-Azoxypenetol 165°, Cholesterylbenzoat 178°; die Umwandlungswärmen (Schmelzungswärmen) betragen bez. 4,37 Cal., 5,42 Cal. und 3,50 Cal., die Temperaturen, bei denen die Körper ganz fest werden, sind 116°, 136° und 145°. Die spezifische Wärme beträgt beim p-Azoxyanisol 0,53 für die krystallinische, 0,88 für die isotrope Modifikation. Bei der Umwandlung zur isotropen Flüssigkeit wächst das Volumen, so daß diese Um-

wandlungstemperatur durch Druck erhöht wird, beim p-Azoxyanisol um 1° durch 13,2 Atm. Erniedrigt wird der Umwandlungspunkt durch Zusatz fremder Substanzen, wie der Gefrierpunkt des Wassers durch Zusatz von Salzen. Während aber beim Wasser die Depression des Gefrierpunktes für ein Grammolekulargewicht des Zusatzes nur 18° beträgt, ist sie bei den vorliegenden drei Stoffen 750°, 708°, 1161°. Aus allen diesen Beobachtungen ergibt sich, daß bei der Umwandlung der trüben in die klare Flüssigkeit in der That eine Schmelzung stattfindet.

Suspendiert man nun die trübe Flüssigkeit in einem Stoffe von gleicher Dichte, so bildet sie kugelige Tropfen, aber diese sind doppeltbrechend und geben darum im Polarisationsapparat die bekannten Erscheinungen, helle oder dunkle Kreuze, Farbenringe etc., von denen Lehmann in seinem Berliner Vortrage eine große Zahl von Photographien und nach Photographien hergestellte farbige Bilder zeigte, die auch in dem Aufsätze in den *Ann. d. Phys.* wiedergegeben sind. Grade dieses optische Verhalten hat zu der Bezeichnung „flüssige Krystalle“ Anlaß gegeben.

Daß der trübe, doppeltbrechende Schmelzfluß wirklich flüssig ist, zeigt außer der erwähnten Tropfenbildung der Umstand, daß die Flüssigkeiten in Capillaren aufsteigen, so daß die Oberflächenspannung gemessen werden kann. Sie beträgt beim

p-Azoxyanisol	bei 116,3°	38,62 Dynen
-	133,3°	37,27 -
p-Azoxyphenetol	- 134,9°	30,77 -
-	165,1°	28,44 -
Cholesterylbenzoat	- 147,4°	23,84 -
-	177,2°	22,86 -

Daß sie aber krystallinisch sind, zeigt sich u. a. auch daran, daß sie fremde Substanzen nicht auflösen können.

Mischt man isotrope Stoffe dieser Art (z. B. p-Azoxyanisol mit p-Azoxyphenetol), so erhält man bei der Abkühlung die Umwandlung in die krystallinische Flüssigkeit bei einer Temperatur, die zwischen den Umwandlungstemperaturen der reinen Stoffe liegt. Es krystallisiert also nicht der eine Stoff aus, sondern es bilden sich Mischkrystalle.

Endlich ist beim p-Azoxyanisol auch die Dielektrizitätsconstante gemessen worden und es hat sich ergeben, daß sie bei 134° keine discontinuierliche Änderung erleidet, wie es beim Schmelzen oder Erstarren eines Stoffes sonst die Regel ist, daß sie aber beim Erstarren sich sprunghaft ändert. Während sie bis dahin langsam steigt (mit abnehmender Temperatur), fällt sie hier plötzlich. Auch dies zeigt, daß bei der Umwandlungstemperatur nicht etwa ein Gemisch von festen Krystallen in einer Flüssigkeit sich bildet. (Vgl. *Naturw. Rundschau* 1899. S. 236. *Zeitschr. f. phys. Chemie* 25, 337; 27, 167; 28, 280; 29, 491, 1899.)

LEHMANN definiert am Schluss seiner genannten Arbeit die Krystalle als anisotrope, mit molekularer Richtkraft begabte Körper; so daß also alle weiteren Bestimmungen, die sonst dem Krystallbegriff wesentlich anzugehören schienen, wie Festigkeit, Homogenität, Wachstumsfähigkeit etc. entfallen. Den Unterschied zwischen dem festen und flüssigen Aggregatzustand, den manche schon aufgeben zu müssen glaubten, sieht er in der Elastizitätsgrenze, die bei Flüssigkeiten gleich Null ist, und bekämpft die Ansicht (von Ostwald, Tammann, Schaum), daß man die Begriffe fest und krystallisiert, flüssig und amorph identifizieren dürfe. Die flüssigen Krystalle schliessen sich an die festen in lückenlosem Übergang an, da man vom Diamant-Bergkrystall über die fast flüssigen Krystalle des ölsauren Ammoniaks und Cholesterylbenzoats zu denen des Azoxyanisols und Azoxyphenetols kommt, die flüssig sind wie Wasser.

Ebenso giebt es aber auch in den Mischungen von krystallisierten und amorphen Körpern jede beliebige Übergangsstufe von Krystallen zu amorphen Körpern, so daß also auch dieser Unterschied nicht zur Einteilung verwendet werden kann. A. S.

3. Geschichte.

Newtons Ansicht von der Fernwirkung. In seinem Buche „Wirklichkeiten“ (vgl. d. Heft S. 353) bespricht K. LASSWITZ einen oft irrtümlich aufgefaßten Ausspruch Newtons. In einem Briefe Newtons an Bentley findet sich die viel citierte Stelle: „daß Schwere eine ursprüng-

liche, inhärente und wesentliche Eigenschaft der Materie sein sollte, so daß ein Körper auf einen anderen in der Entfernung durch den leeren Raum ohne anderweitige Vermittelung wirke, ohne etwas, wodurch seine Wirkung und Kraft übertragen werde, das erscheint mir als eine so große Absurdität, daß ich glaube, niemand, der in philosophischen Dingen ein kompetentes Urteil hat, könne darauf verfallen“. Man hat diese Stelle dahin deuten wollen, daß Newton eine fernwirkende Kraft überhaupt für absurd gehalten habe. Wer in der mechanischen Weltauffassung steht und keine anderen als mechanische Erklärungen zuläßt, wird in der That schließeln müssen, daß Newton habe sagen wollen, die Attraktion sei mechanisch zu erklären. Newton wollte aber sagen: die Attraktion ist aus mechanischen Gründen nicht zu begreifen, und deshalb kann sie keine ursprüngliche Eigenschaft der Materie sein. Der Ton liegt auf dem Wort Materie. Die Thatsache der unvermittelten Attraktion steht für Newton sicher; Materie aber, als unbeseelter, roher Stoff, kann nicht in die Ferne wirken; also muß die Attraktion auf einem nichtmateriellen Prinzip beruhen, auf einem immateriellen Wesen geistiger Art. Indem Newton diese Ansicht vertritt, zeigt er sich völlig von der spiritualistischen Philosophie seines Zeitgenossen Henry More beeinflusst. Nach dieser Philosophie besteht die Materie aus Atomen, die aber nicht nur des Lebens und der Empfindung, sondern auch jeder selbständigen Bewegung bar sind. Alle Bewegung rührt nach More von einem geistigen Prinzip her, das zwar immateriell, aber doch räumlich und durch den Raum hindurch wirkend gedacht wird. So hat ein theologisches Motiv, die nicht materiell vermittelte Wirkung in die Ferne, durch Newton als physikalisches Erklärungsmittel Eingang in die Naturwissenschaft gefunden. Für Newton war der Gedanke sympathisch, daß die Wechselwirkung der Naturkörper im Grunde auf einer geistigen Natur des Raumes beruhe, in welcher die weltordnende Macht des Schöpfers selbst als Weltseele zur Geltung kommt.

Es darf nicht unerwähnt bleiben, daß der Newtonsche Ausspruch auch von Ferd. Rosenberger in seinem 1895 erschienenen Werke über Isaac Newton und seine mechanischen Prinzipien ebenso aufgefaßt wird. K. Laßwitz hat auf den Zusammenhang zwischen More und Newton bereits in seiner Geschichte der Atomistik (1890) hingewiesen. P.

A. Unterricht und Methode.

Die Vernachlässigung der naturwissenschaftlichen Bildung in England. In einem aufsehenerregenden Aufsatz in der *Nature* (vol. 62, No. 1601) beklagt JOHN PERRY den gänzlichen Mangel naturwissenschaftlicher Bildung bei den Angehörigen fast aller höheren Berufsklassen, insbesondere auch bei den Männern, die in den Staatsbehörden, in der Marine und der Armee an der Spitze der Verwaltung stehen. Sein vernichtendes Urteil hat um so mehr Gewicht, als es von zwei der hervorragendsten Forscher, Armstrong und Ayrton, geteilt wird. Der Verfasser weist den Nachteil, den dieser Mangel für das Staatswohl hat, an schlagenden Beispielen nach. Er zeigt ferner das Lächerliche der Prüfungen, z. B. zum Artillerie- und Ingenieurdienst. „In Wahrheit wird wissenschaftliche Denkgewohnheit, wirkliches Studium der Wissenschaft einen jungen Mann ungeeignet dazu machen, diese verabscheuenswerten, unwissenschaftlichen Prüfungen zu bestehen!“ Ebenso seien für die Prüfungen in Experimentalphysik an den größten Universitäten Englands nicht praktische Kenntnisse, sondern ein durch Bücherstudium erworbenes Wissen ausreichend.

Den Kern des Übels findet Perry darin, daß bloß geistige Schulung (mere mental training) zur Ausbildung eines Knaben bis zum 16. Lebensjahr für genügend erachtet werde. Nun gewinne aber der Mensch gerade während dieser Zeit den weitaus größten Teil seiner Kenntnisse. Der jugendliche Geist gedeihe am besten, wenn man ihn mit den Dingen allein lasse und ihn so wenig als möglich leite; ein Knabe, dessen Erziehung vernachlässigt worden sei, der aber Gelegenheit habe, vielerlei Dinge selber zu sehen, sei für das Leben besser ausgerüstet als der wohlgezogene. Die Naturwissenschaft sei fast der einzige Unterrichtsgegenstand, für den Anleitung nötig sei; die Naturerscheinungen seien zu complex, sie müßten dem Knaben durch geeignete Vorrichtungen in vereinfachter Form dargeboten werden. Bei diesen beobachtenden und experimentellen Studien vermöge der Lehrer anzu-

leiten und zu unterweisen, ohne damit die Fähigkeit selbständigen Urteilens zu beeinträchtigen, eine Fähigkeit, die bei der Mehrzahl der Höhergebildeten durch die heutige Art des Schulbetriebes aufgehoben sei. Lernen vernichte geradezu die Kraft des Denkens. Insbesondere führe die vorwiegend sprachliche Gestaltung des Unterrichts dazu, Schüler als dumm erscheinen zu lassen, die in Wahrheit nur für diese Art des Unterrichts keine Begabung haben, und verkümmere die Ausbildung gesunden und natürlichen Urteils. Es sei kein Wunder, wenn englische Ingenieure und Architekten die schulmäßige wissenschaftliche Ausbildung gering schätzten. Aber grade die richtige und gründliche naturwissenschaftliche Ausbildung habe das große Übergewicht und den Erfolg Deutschlands in Handel und Industrie herbeigeführt. Was England not thue, sei eine gleiche Pflege echten wissenschaftlichen Geistes. Geschehe dies nicht, so sei ein Schwinden des englischen Wohlstandes unvermeidlich, irgend eine andere besser ausgerüstete Nation würde ihn an sich reißen und Englands Stelle einnehmen. Die Anerkennung, die hier dem deutschen naturwissenschaftlichen Unterricht gezollt wird, kann auf die Bestrebungen für Hebung und Förderung dieses Unterrichts bei uns nur ermutigend und anspornend wirken. P.

5. Technik und mechanische Praxis.

Der Telephonograph. Streicht man mit einem Magneten über eine Eisen- oder Stahlplatte, so ändert sich die Stärke des remanenten Magnetismus an den bestrichenen Stellen. Dort häufen sich, wenn man später die Platte mit Eisenpulver bestreut, die Eisenteilchen bald dichter bald lockerer als in der Umgebung an, je nachdem das Bestreichen den remanenten Magnetismus verstärkt oder geschwächt hat. Solche Änderungen des remanenten Magnetismus erhalten sich lange Zeit hindurch. Leitet man die durch Schallschwingungen in einem Mikrophon erregten Stromwellen nach einem Elektromagneten, so entsteht zwischen dessen Polen ein schwingendes magnetisches Feld. Bewegt man durch dieses Feld einen Stahldraht oder ein Stahlband, so erzeugen die Schwankungen der Feldstärke stärker oder schwächer magnetisierte Stellen. Es schreiben sich also die Schwingungen der Feldstärke ganz ebenso räumlich nebeneinander auf den Draht oder das Band auf, wie die Schwingungen der Membran auf die Wachswalze des Phonographen. Zieht man einen so gleichsam magnetisch beschriebenen Draht zwischen den Polen eines Elektromagnets hindurch, in dessen Stromkreis man ein Telephon eingeschaltet hat, so rufen die verschieden stark magnetisierten Stellen des Drahtes Stromschwankungen hervor, die sich im Telephon in Schallwellen umsetzen. Mit diesen einfachen Mitteln können also Schallschwingungen dauernd festgehalten und später beliebig oft wieder hervorgebracht werden. Auf solchen Überlegungen und Versuchen beruht die geniale Erfindung des dänischen Ingenieurs VALDEMAR POULSEN, die er zusammen mit seinem Mitarbeiter P. O. PEDERSEN in folgenden drei einfachen Apparaten praktisch verwertet hat (*C. R.* 130, 1754; 1900. *E. T. Z.* 21, 385; 1900. *Phys. Zeitschr.* 1, 413, 470, 554; 1900):

1. Der Draht-Telephonograph. In den Mantel einer etwa 28 cm langen und 14 cm dicken Messingwalze ist ein feines Gewinde eingeschnitten und in dieses etwa 100 m Stahldraht von ca. 1 mm Durchmesser gewickelt. Ein kleiner Elektromotor versetzt die Walze mittels Schnurübertragung in eine mäßig geschwinde Umdrehung. Auf dem Stahldraht schleift ein kleiner Doppelelektromagnet, dessen Spulen aus feinstem Relaisdraht bestehen und auf 1 mm starke Kerne aus weichstem schwedischen Eisen gewickelt sind. Die Kerne bilden einen Winkel miteinander, so daß ihre zugespitzten freien Enden den Walzendraht gut umfassen. Der Doppelelektromagnet sitzt auf einer Laufschiene und wird bei der Drehung der Walze in achsialer Richtung verschoben. Vor der Aufnahme eines Gesprächs schickt man einen Gleichstrom durch den Doppelelektromagnet, der den Walzendraht quer zu seiner Längsrichtung gleichmäßig magnetisiert. Bei der Aufzeichnung eines Gesprächs verbindet man den Doppelelektromagnet mit einem Mikrophon. Spricht man in dieses, so wird jener von den in der Sekundärspule des Mikrophons erzeugten Induktionsströmen durchflossen und der remanente Magnetismus des Walzendrahts bald verstärkt, bald ge-

schwächt. Will man das so magnetisch aufgeschriebene Gespräch wiedergeben, so läßt man den Doppelelektromagnet, den man nun mit einem Telephon verbindet, von neuem über den Walzendraht laufen. Dessen remanenter Magnetismus magnetisiert die Eisenkerne des Doppelelektromagneten bald stärker, bald schwächer und erregt so Ströme, die in dem Telephon die bei der Aufnahme gesprochenen Töne wieder erzeugen. Soll das auf dem Walzendraht aufgeschriebene Gespräch ausgelöscht werden, so schickt man durch den Doppelelektromagnet einen Gleichstrom, der die in dem Draht vorhandenen magnetischen Berge und Thäler ausgleicht. Auf der Pariser Ausstellung stand ein solcher Apparat in der Maschinenhalle zwischen großen geräuschvollen Maschinen, trotzdem arbeitete er tadellos. Er gab die Töne und Laute rein und ohne Nebengeräusche wieder, unter Wahrung der Klangfarbe und der besonderen Eigentümlichkeiten des Sprechers oder Sängers. Die Wiedergabe war so scharf, daß man sogar das Atemholen zwischen den einzelnen Sprechpausen deutlich wahrnahm.

2. Ein Draht-Telephonograph reicht nur für eine Gesprächsdauer von etwa 1 Minute aus; zur Aufzeichnung von Gesprächen, die 10—15 Minuten dauern, bedient man sich des Band-Telephonographen. Als magnetischer Besprechstoff dient hier ein 3 mm breites und 0,05 mm starkes Stahlband, das nach erfolgter Quermagnetisierung wie die Papierrollen der Morse- und Hughes-Apparate spiralförmig von einer Achse auf eine andere aufgewickelt wird und an dem Sprech-Elektromagneten vorüberläuft.

3. Die Telephonzeitung (Telephonograph-Multiplikator). Ebenso wie man das auf dem Stahlband magnetisch aufgeschriebene Gespräch beliebig oft ohne eine wesentliche Schwächung der Lautstärke abhören kann, vermag man auch mittels folgender Anordnung ein und dasselbe Gespräch von einem Stahlband in eine beliebig große Anzahl von Telephonleitungen zu senden. Ein kurzes endloses etwa 4 cm breites Stahlband, das über eine rasch umlaufende Trommel oder über zwei sich schnell drehende Rollen gespannt ist, läuft erst an dem Sprech-Elektromagneten, dann an einer Reihe Hör-Elektromagnete, die mit den Leitungen der Abonnenten verbunden sind, und zuletzt an einem Lösch-Elektromagneten, der das aufgezeichnete Gespräch sofort wieder wegmagnetisiert, vorüber.

Die von den einzelnen Hör-Elektromagneten nach einander aufgenommenen Stromstöße kann man durch folgenden Apparat gleichzeitig machen, nach einem einzigen Telephon leiten und so die Lautwirkung durch Zusammensetzung bedeutend erhöhen: $n + 1$ parallele Stahldrähte sind über den Mantel einer sich drehenden Trommel gespannt. Das von dem Sprech-Elektromagneten S auf den 1. Draht aufgeschriebene Gespräch wird von den Hör-Elektromagneten $a_1, a_2, a_3, \dots a_n$ abgehört und von den damit paarweise hinter einander geschalteten und in schräger Reihe angeordneten Schreib-Elektromagneten $b_1, b_2, b_3, \dots b_n$ auf n andere Drähte übertragen, von denen es die mit einem Telephon in Reihe geschalteten Abnahme-Elektromagnete $c_0, c_1, c_2, c_3, \dots c_n$ gleichzeitig abhören. Dieses Verfahren der Lautverstärkung löst in der einfachsten Weise die wichtige Aufgabe, ein Telephonrelais zu bauen, deren Lösung bisher vergebens gesucht wurde.

Den Telephonograph kann man als Fernsprech-Schreiber verwenden, wenn man ihn und die Fernleitung mittels Umschalters mit einer Telephonstation verbindet. Das kann zu dem Zweck geschehen, um bei Abwesenheit des Angeschlossenen dem Anrufenden eine kurze Mitteilung zugehen zu lassen, wie z. B.: „Ich bin nicht zu Hause, kehre um 5 Uhr zurück, bitte später nochmals anzuklingeln“. Der Band-Telephonograph gestattet auch die selbstthätige Niederschrift des Telefongesprächs bei Abwesenheit des Angerufenen.

Das telephonographische Verfahren ermöglicht zugleich, mehrere Telefongespräche gleichzeitig auf ein und derselben Fernleitung zu übertragen, d. h. die Multiplex-Telephonie. Der mit POULSEN zusammen arbeitende Ingenieur P. O. PEDERSEN hat ein sehr einfaches Verfahren angegeben, auf einem und demselben Walzendraht oder Stahlband gleichzeitig zwei Gespräche über einander aufzuzeichnen und nachträglich wieder vollständig rein zu zerlegen. Er benutzt dazu zwei dicht hintereinander sitzende und hintereinander geschaltete Sprech-Elektromagnete. Nachdem diese ein Gespräch auf den Draht aufgeschrieben haben, kehrt man die Stromrichtung in dem einen Elektromagneten um, d. h. man schaltet

ihn umgekehrt in den Stromkreis ein. Würde man jetzt den Apparat sprechen lassen, so würde man an dem eingeschalteten Telephon nichts hören, da die Induktionsströme, die in den Windungen des einen Elektromagneten erzeugt werden, denen des anderen gleich und entgegengesetzt sind. Man kann also bei dieser Schaltung ein zweites Gespräch auf den Draht schreiben, das man bei der ersten Schaltung nicht abhören kann. Wünscht man das erste oder zweite Gespräch abzuhören, so hat man die erste oder zweite Schaltung anzuwenden. Dieses Verfahren der Duplextelephonie, über die das nächste Heft nähere Mitteilungen bringen wird, läßt sich natürlich auf die Multiplextelephonie ausdehnen, nur werden dann die Elektromagnet-Combinationen etwas complizierter.

Zur Verwertung dieser überraschenden Erfindungen hat sich ein Syndikat gebildet, dessen technische Leiterin die A.-G. Mix & Genest zu Berlin ist. H.-M.

Ein Demonstrations-Telephonograph. Um den Grundgedanken der so sinnreichen Erfindung Poulsens (vgl. ds. Heft S. 349) in einfacher und übersichtlicher Weise vorführen zu können, hat ERNST RUHMER (*Physik. Ztschr.* 2, 1; 1900) folgenden Apparat construiert, der im wesentlichen eine Combination des Band-Telephonographen mit dem Telephonograph-Multiplikator (der Telephonzeitung) ist: Ein dünnes, endloses Stahlband läuft so, wie es in Fig. 1 schematisch angedeutet ist, über vier Messingwalzen, in die dem Band entsprechende Nuten eingeschnitten sind, in derselben Richtung mit gleichmäßiger Geschwindigkeit. Die Walzen sind so verstellbar,

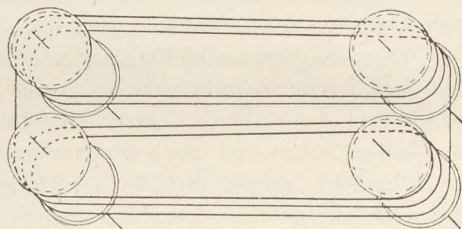


Fig. 1.

dafs man das Band stets derart straff spannen kann, dafs beim Antrieb einer Walze auch die übrigen sich mitdrehen. An den beiden Stellen, wo das Band von der einen zu der anderen Walze übergeht, befinden sich der Schreib- und der Hörelektromagnet, deren Anordnung die Figg. 2 und 3 zeigen. Der Schreibelektromagnet oder „Schreiber“ hat einen 1 mm starken und etwa 20 mm langen Kern aus bestem schwedischem Eisen und etwa 2000 Windungen eines 0,1 mm starken Kupferdrahtes. Der Hörelektromagnet oder „Hörer“ hat denselben Bau und die gleiche Grösse, nur ist er mit einem dünneren Draht bewickelt. Die Eisenkerne sind parallel zur Breite des Bandes gestellt. Die Entfernung der Polenden kann man mit einer Stellvorrichtung abändern. Eine zweckmässige Bandführung (Fig. 4) bewirkt, dafs das Band die Eisenkerne stets gut berührt. Zum Antrieb dient ein kleiner Elektromotor von etwa $\frac{1}{16}$ HP, der dem Bande eine Geschwindigkeit von 3 m/sek. erteilt. Um magnetische Einwirkungen des Motors zu vermeiden, empfiehlt es sich, ihn in genügender Entfernung vom Apparat aufzustellen. Der Schreiber ist mit der sekundären Spule eines Transformators verbunden, in dessen primären Stromkreis ein hochempfindliches Kohlenkorn-Mikrophon von Mix & Genest (vgl. *Physik. Ztschr.* 1, 599; 1900) eingeschaltet ist. Ein Umschalter gestattet, in den Schreiber den Gleichstrom eines Akkumulators zu senden und die magnetische Schrift auf dem Stahlbande auszulöschen. Vier Messingkämme sichern die Führung des Bandes und verhüten dessen Auspringen. Der Demonstrations-Telephonograph reicht für eine Gesprächsdauer von etwa 2 Minuten aus. Man kann beliebig viele Hörer anbringen, so dafs gleichzeitig mehrere Personen das Phonogramm abzuhören vermögen, und es möglich ist, eine Stelle, die man nicht gleich verstanden hat, durch geeignete Umschaltung auf den folgenden Hörer nochmals zu Gehör zu bringen. Es ist zweckmässig, den sich drehenden Apparat getrennt von dem Mikrophon und den „Hörern“ aufzustellen, da die Nebengeräusche des Motors und des Apparates stören. RUHMER

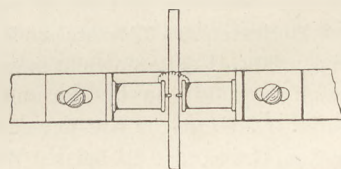


Fig. 2.

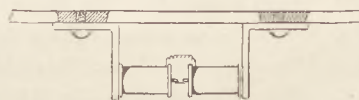


Fig. 3.

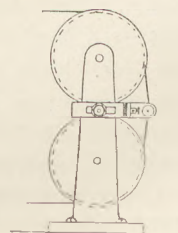


Fig. 4.

weist noch auf eine niedliche Spielerei hin, die sich mit jedem Telephonograph ausführen lässt. Spricht man ein Palindrom z. B. das bekannte: „Ein Neger mit Gazelle jagt im Regen nie“ in den Apparat und hört das Phonogramm rückwärts ab, so erregt die eigenartige Betonung der deutlichen und richtigen Wiedergabe nicht geringes Erstaunen. *H.-M.*

Das Bremer-Licht. Die verschiedensten bisherigen Versuche mit Durchtränkung der Bogenlichtkohle haben zwar zu einer Beruhigung und besseren Färbung des Lichtes geführt, niemals aber eine einschneidende Bedeutung gewonnen. Wenn man aber nach der Erfindung von H. Bremer zu Neheim a. d. Ruhr den Kohlen 20 bis 50% nichtleitende Metallsalze, Calcium-, Silicium- oder Magnesium-Verbindungen, zusetzt, so erzielt man damit nach W. WEDDING (*E. T. Z.* 21, 546; 1900) eine bei weitem größere Lichtausbeute. Der spezifische Verbrauch beträgt bei der Bremerlampe rund 0,1 Watt für die Kerze, also nur ein Drittel des bisherigen, man kann daher mit der neuen Lampe bei gleichem Energieaufwand dreimal so viel Licht erhalten wie bisher. In der Lampe stehen sich vier Kohlen paarweis fast senkrecht (je zwei gleichnamige Kohlen bilden einen spitzen Winkel miteinander) so gegenüber, daß der Lichtbogen dazwischen wagerecht liegt. Er erleidet durch den Strom, der die Kohlenstifte durchfließt, nach de la Rive eine Abstufung nach aufsen, die ihn als fächerartige, eine bedeutende Lichtmenge liefernde Flamme nach unten her austreibt. Zum Anzünden der Lampe kann man einen Nebenschlußelektromagneten benutzen, der die Kohlen zur Berührung bringt. Beim Abbrand der Kohlen bewirkt das Gewicht der Kohlen und ein Zusatzgewicht fortwährend den Nachschub, so daß der ganze umfangreiche teure und sehr empfindliche Mechanismus der bisherigen Lampen fortfällt. Durch den hohen Gehalt an Calcium erhält das neue Licht eine reichliche gelbrote Strahlung, während das alte einen kalten blau-violetten Ton zeigte. Das Licht durchdringt daher Nebel doppelt so weit als das bisherige Bogenlicht. Für die Signalgebung auf Leuchttürmen u. s. w. könnte diese Eigenschaft von Bedeutung werden. *II.-M.*

Einige neue Kitten. Der armenische Kitt, der Metall und Glas fest verbindet, wird folgendermaßen hergestellt: Man löst 5 bis 6 erbsengroße Mastixstücke in so viel Wasser, dass eine dickflüssige Lösung entsteht. Man quillt ferner Hausenblase und löst davon nach dem Abgessen des Wassers soviel in Franzbranntwein oder Rum, dass man etwa 60 g dicken Leim erhält. Letzteren reibt man mit zwei erbsengroßen Stücken Galbanum oder Ammoniakgummi sorgfältig zusammen und vermischt ihn dann innig unter Erwärmen mit der Mastixlösung. Den fertigen Kitt bewahrt man in einer gut verschlossenen Flasche auf und stellt ihn vor dem Gebrauche in heisses Wasser. *Metallarbeiter* 26, 45; 1900. *Deutsch. Mech.-Ztg.* 1900 S. 69.

Kitt für Glas und Porzellan von außerordentlicher Bindekraft. Man mischt gleiche Teile Wasser und Spiritus, fügt unter Umrühren 60 g Stärke, 100 g pulverisierte Kreide und 30 g besten Leim hinzu, erhitzt über offenem Feuer bis zum Kochen und setzt dann noch 30 g Therebintenöl hinzu. Man rührt nun das Gemenge recht tüchtig durcheinander. *Install.* 9, 5; 1900. *Deutsch. Mech.-Ztg.* 1900, S. 69.

Wiener Metallkitt. Er besteht aus Kupferamalgam, kristallisiert leicht und wird dabei so zähe, dass er mit dem Hammer bearbeitet und gewalzt werden kann. In kochendem Wasser wird der Kitt so biegsam, dass er zum Abformen der zartesten Gegenstände dienen kann. Die zu kittenden Metalle werden blank gemacht, auf 80 bis 90° C. erwärmt und nach dem Auftragen des vorher in heissem Wasser erweichten Kittes fest gegeneinander gepresst. Nach dem Erkalten haften die Teile so fest zusammen, als ob sie gelötet wären. Zur Herstellung dieses Kittes schüttelt man Zinkstreifen tüchtig in einer Cuprinitratlösung. Das sich als feines Pulver abscheidende Kupfer filtriert man ab und übergießt es noch feucht in einer Reibschale mit einem Drittel Mercurinitrat und rührt um. Hierdurch wird das Kupferpulver „angequickt“ und amalgamiert sich nun leichter. Jetzt übergießt man das Kupfer mit heissem Wasser und fügt 7 Teile Quecksilber hinzu. Man hält die Schale warm und knetet die Mischung mit dem Pistill so lange, bis man eine plastische, geschmeidige Masse erhält, dann gießt man das Wasser ab und formt aus dem Amalgam kleine Stäbchen von 4 bis 5 mm Dicke und einigen Centimetern Länge. *Bad. Gewerbe-Ztg.* 33, 89; 1900. *Deutsch. Mech.-Ztg.* 1900, S. 98.

H.-M.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Wirklichkeiten. Beiträge zum Weltverständnis. Von Kurd Laßwitz. Berlin, Emil Felber, 1900. 444 S. geb. M. 6,—.

Abhandlungen aus älterer und neuerer Zeit hat der Verfasser in dem vorliegenden Buche vereinigt und um einige neue vermehrt. Die Natur ist nicht die einzige Realität; es giebt Wirklichkeiten im Menscheninnern, die unabhängig von jener sind, die daher auch außerhalb des Bereichs der Naturwissenschaft fallen. Der Verfasser grenzt diese Wirklichkeiten gegen einander ab, stellt ihr Wertverhältnis fest und gelangt so zu einer einheitlichen Auffassung der Welt und des Menschenlebens, die durch ihre Klarheit ebenso sehr, wie durch die Wärme, mit der sie vorgetragen wird, anspricht. Selbst wer nicht die Auffassung der Kantischen Lehren teilt, die der Verfasser vertritt, wird sich doch durch das Buch in seiner Weltanschauung gefördert finden. Insbesondere sind auch Tragweite und Wert der naturwissenschaftlichen Erkenntnis hier aufs bestimmteste gekennzeichnet. Als Andeutung des Inhaltes seien nur einige Überschriften hervorgehoben: „Weltseele und Naturgesetz“ — „Bewußtsein und Natur“ — „Gesetze und Ideen“ — „Religion und Moral“ — „Religion und Natur“ — „Wie ist Irrtum möglich“. Den Mathematikern sei ein Abschnitt „Grade und Krumm“ besonders empfohlen, ein kleines kulturhistorisches Meisterstück. In dem letzten Abschnitt „Zukunftstraum“ wird die heutige Technik hinsichtlich ihrer Bedeutung für das rein Menschliche höher gewertet, als es sonst vielfach von seiten der Vertreter anderer „Wirklichkeiten“ geschieht. Auf eine die Geschichte der Physik betreffende Einzelausführung gehen wir noch an einer anderen Stelle der Zeitschrift ein.

Lehrbuch der Photochromie. Von Wilhelm Zenker, neu herausgegeben von Prof. Dr. B. Schwalbe. Mit dem Bildnis des Verfassers und einer Spektraltafel. Braunschweig, Friedr. Vieweg und Sohn, 1900. 157 S. M. 4.

Mit dieser Neuveröffentlichung ist einem um die Wissenschaft hochverdienten Manne ein ehrendes Denkmal gesetzt. Zenker war einer von jenen der Wissenschaft rein um ihrer selbst willen hingeebenen Forschern, die kein höheres Glück kennen, als sich um die Lösung schwieriger Probleme zu bemühen. Sein Versuch einer Theorie der Photochromie erschien 1868 in dem jetzt neu herausgegebenen Lehrbuche und zugleich in einer Programmabhandlung der K. Realschule zu Berlin, der Zenker als Lehrer angehörte. Dem Buche ist nunmehr eine von G. Kreh verfaßte biographische Skizze und eine von E. Tonn herrührende Darstellung der Weiterentwicklung der Photochromie auf Grundlage der Zenkerschen Theorie beigegeben. Zenker selbst hat in seinem Buche die Entdeckungen von Seebeck, Herschel, Edmond Becquerel, Niépce de St. Victor und andern zusammengestellt; so bildet das Buch auch einen wertvollen Beitrag zur Geschichte dieses wichtigen Zweiges der Physik.

Wilhelm Olbers. Sein Leben und seine Werke. Im Auftrage der Nachkommen herausgegeben von Dr. C. Schilling. Erster Band: Gesammelte Werke mit dem Bildnis W. Olbers'. Berlin, Julius Springer 1894. 707 S. M. 16.

Vor 100 Jahren lebte zu Bremen Wilhelm Olbers, der neben seiner ärztlichen Berufsthätigkeit praktisch und theoretisch Astronomie trieb. Vor allem interessierten ihn die Kometen. Im astronomischen Jahrbuch 1782 (S. 130, 131) soll er Beobachtungen des Kometen von 1779 publiziert haben, die er fast ohne Instrumente, also wahrscheinlich durch Alignements mit bekannten Sternen, ange stellt hatte. Leider ist diese Abhandlung, die übrigens beweist, wie langsam damals publiziert wurde, hier nicht mit abgedruckt. Dagegen sind andere Veröffentlichungen in mehreren Rezensionen dargeboten, die Olbers für verschiedene Zeitschriften und gelehrte Gesellschaften verfaßte, auch ungenannten Adressaten brieflich mitteilte. Manche Artikel gehen auch nur auf Informationen zurück, die er erteilt hat, es wird von ihm darin in der dritten Person gesprochen. Die Beobachtung der Kometen führte Olbers zur Berechnung ihrer Bahnen. Es gab damals teils Methoden, die auf langwierigem Probieren beruhten, wie die Newtons, andererseits solche, die wie die Lambertsche den Eindruck grosser Eleganz auf den Leser machten, aber praktisch sich nicht brauchbar erwiesen, weil sie absolut genaue Beobachtungen erforderten. Olbers erfand ein neues, mit einer Gaußschen Verbesserung wohl noch heut angewandtes, Verfahren, das er in einem besonderen Werke 1797 veröffentlichte. Die Lektüre gewährt großen Genuß. Ein geringer mathematischer Apparat läßt überall die Gedanken und die Ziele der Entwicklung klar hervortreten. Es sind drei Beobachtungen notwendig. Für die mittelste werden Erde und Komet nach der Sonne zu bis auf die Sehnen der von ihnen beschriebenen Bogen verschoben, der dadurch modifizierte geozentrische Ort des Kometen wird berechnet. Indem man die nunmehr geradlinigen Wege der Erde und des Kometen den Zeiten proportional setzt, läßt sich geometrisch mit großer Genauigkeit das Verhältnis der Distanzen

von Erde und Komet in der ersten und in der dritten Beobachtung bestimmen. Setzt man nun für diese Distanz in der ersten Beobachtung versuchsweise einen Wert, so sind damit die Örter des Kometen, K_1 und K_3 , entsprechend den Erdörter, E_1 und E_3 , im Raume bestimmt. Legt man durch K_1 und K_3 um die Sonne als Brennpunkt eine Parabel, so kann man aus der eleganten Lambert'schen Formel die Zeit berechnen, in der ein fingierter Komet von K_1 nach K_3 kommen könnte. Aus der Abweichung dieser Zeit von der beobachteten ergibt sich, nach welcher Seite hin man den angenommenen Wert von $E_1 K_1$ zu verändern hat. Nach wenigen Versuchen erhält man die Unbekannte durch die regula falsi genau. Die Formeln werden durch 2 Zahlenbeispiele erläutert, das eine legt natürliche Beobachtungen mit ihren Fehlern zu Grunde, das andere bezieht sich auf angenommene genaue Beobachtungen eines schon berechneten Kometen. Viele in den folgenden Jahren erschienene Kometen gaben weitere durchgeführte Rechenbeispiele.

Als die Kunde von dem am 1. Januar 1801 entdeckten neuen Wandel-Gestirn, Ceres Ferdinanda, nach Bremen kam, war dieses am Himmel nicht mehr aufzufinden. Mittelst der von dem jungen Gauß, ohne jede vereinfachende Hypothese, berechneten elliptischen Bahn, welche die 41 tägigen Beobachtungen gut darstellte, fand Olbers am 1. Januar 1802 das Gestirn wieder auf, einen halben Grad von dem berechneten Ort. An derselben Stelle fand er im März selbst einen neuen Wandelstern, die Pallas. „Die Mühe und die Ehre der Bestimmung ihrer Bahn überließ er Gauß. Es würde in mehr als einer Hinsicht vergebliche Arbeit sein, darin mit dem großen Meßkünstler wetteifern zu wollen.“ Nachdem dann Harding die Juno entdeckt hatte, fand Olbers im März 1807 noch die Vesta, benannt von dem unvergleichlichen Gauß nach der Schutzgöttin der reinen Sitte und des häuslichen Glückes, der Schwester der Ceres und der Juno. Inzwischen hatte sich Olbers auch mit der Theorie von Benzenbergs Fallversuchen (Versuche über die Umdrehung der Erde, Dortmund, bei Mallinkrodt 1804) beschäftigt, war anfangs in naheliegende Fehler verfallen, hatte diese aber erkannt und das Gauß'sche Resultat entwickelt. Eine Abweichung nach Süden ist auch bei dem Fall im luftgefüllten Raum nicht vorhanden, die nach Osten stimmt mit dem Versuch überein.

Aus den Bahnen einiger periodischer Kometen zog Olbers, mit Rücksicht auf die Laplacesche Hypothese über das Sonnensystem, den später nicht bestätigten Schluss, daß jenseits des Uranus kein Planet mehr vorhanden sei. Wir finden ferner populäre Aufsätze über die neueren Sternbilder, über die vom Himmel gefallenen Steine, über die Sternschnuppen, besonders den August- und den November-Schwarm, der aus dem Löwen ausstrahle; auch einen nachgelassenen geschichtlichen Aufsatz über die Astronomen David und Johann Fabricius. (Auf S. 650 in dem Aufsatz über den Ludwigs-Stern steht wohl ξ , ein sehr enger Doppelstern, irrtümlich für ζ oder Mizar im großen Bären.) Die letzten Abhandlungen scheinen aus dem Jahre 1833 zu stammen.

Ein zweiter Band enthält den Briefwechsel von Olbers und Gauß, ein dritter soll andere Briefe und ein Lebensbild des Gelehrten und Menschen hinzufügen. M. K.

Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge. Herausgegeben von Prof. Dr. Felix B. Ahrens. III. Band, letztes Heft, und IV. Band. Stuttgart, Ferdinand Enke, 1899.

Als letztes Heft des III. Bandes der Sammlung (vergl. ds. Zeitschr. *XII* 115) ist nachträglich noch eine wertvolle Arbeit „Über langsame Verbrennung“ von G. Bodländer (Einzelausg. 2 M.) erschienen, auf welche alle diejenigen, die sich für die neuere, mehr den Mechanismus als die Produkte der Vorgänge untersuchende Richtung der chemischen Forschung interessieren, hierdurch hingewiesen seien.

Gleich seinen Vorgängern bringt auch der IV. Band der Sammlung eine Reihe wertvoller, die fast unübersehbar große Zahl der Einzelforschungen geschickt zusammenfassender Arbeiten, von denen wenigstens einige — ähnlich wie bei den früheren Jahrgängen — hier besprochen werden sollen. — Emil Milde berichtet über „Aluminium und seine Verwendung“ (Einzelausg. M. 1,20). Neben den älteren Methoden zur Darstellung des leichten Metalls, die gegenwärtig nur noch eine historische Bedeutung besitzen, wird vor allem das Verfahren erläutert, welches die Gesellschaft zu Neuhausen in der Schweiz, bekanntlich die bedeutendste Anlage dieser Art in der Welt, unter Zugrundelegung der Patentschriften von Paul Héroult und Kiliani ausgebildet hat. Vorbedingung für dieses sind elektrische Ströme von außerordentlicher Stärke, wie sie in gewinnbringender Weise nur durch Wasserkräfte geliefert werden können; so wird in Neuhausen mit Strömen gearbeitet, deren Dichte etwa 25 000 Ampère auf 1 qm Kathodenfläche beträgt, und zu deren Erzeugung die Gesellschaft oberhalb des Rheinfalls eine Wassermenge von 20 kbm pro Sekunde entnimmt. Als Elektrolyt wird ein Gemisch von Kryolith und Thonerde benützt; letztere muß von hervorragender Reinheit sein und darf vor allem keine Spur von Kieselsäure enthalten. Ebenso wichtig wie das Aluminium selbst sind

bekanntlich seine Legierungen; diese wurden früher meist dargestellt, indem man dem Aluminium, während es reduziert wurde, unmittelbar das notwendige Kupfer, Eisen u. s. w. darbot; heutzutage wird dieser Zweck vollkommener erreicht, indem das elektrolytisch gewonnene Reinaluminium nachträglich mit den anderen Metallen zusammengeschmolzen wird. Die Verwendung des reinen wie des legierten Aluminiums ist in beständiger Zunahme begriffen, vor allem für den Schiffsbau und für militärische Ausrüstungsgegenstände.

Ebenfalls ins Gebiet der angewandten Chemie gehört der Vortrag von Felix B. Ahrens „das Acetylen in der Technik“ (Einzelausg. M. 1,20). Aus dem reichen Inhalt sei über den Rohstoff, das Calciumcarbid, mitgeteilt, daß bei dessen Darstellung aus gebranntem Kalk und Kohle sich in unmittelbarer Nähe des Lichtbogens die gewünschte Verbindung nicht bildet oder vielmehr infolge der dort herrschenden außerordentlich hohen Temperatur nach ihrer Entstehung sofort dissociiert wird, sowie daß die Anwendung des Wechselstromes der des Gleichstromes vorzuziehen ist. Was das Acetylen betrifft, so wird es in der Technik stets über Wasser aufgefangen; da es aber in diesem ziemlich stark löslich ist, so empfiehlt sich für Vorlesungs- und Laboratoriumsversuche als Sperrflüssigkeit konzentrierte Kochsalzlösung, die von dem Gase nur $\frac{1}{20}$ ihres Volumens löst. Das erhaltene Acetylen ist wegen der Verunreinigungen des Rohstoffes niemals chemisch rein; ständig enthält es Phosphorwasserstoff sowie organische Verbindungen des Schwefels und Phosphors, während Beimengungen von Wasserstoff, Schwefelwasserstoff, Ammoniak und Kohlenwasserstoffen sich nur dann finden, wenn das Acetylen ohne großen Wasserüberschuß aus dem Carbid dargestellt wird. Diese Begleiter machen zwar in der Regel nur 0,5 % des Gases aus, rufen aber vielerlei Übelstände hervor; daher ist vor dem Gebrauche eine Reinigung notwendig; vor allem muß der Phosphorwasserstoff entfernt werden, da er nicht nur die Helligkeit der Flamme beeinträchtigt, sondern auch alle kupferhaltigen Metallteile angreift und zu Selbstentzündungen Anlaß geben kann. Zur Zeit sind verschiedene Reinigungsmassen in Gebrauch, nämlich Chloralkali, der den Phosphorwasserstoff durch Oxydation völlig entfernt, aber häufig neue Verunreinigungen durch Chlor oder Chlorverbindungen zur Folge hat, ferner die von A. Frank vorgeschlagene salzsaure Kupferchlorürlösung, die in einer theoretisch noch nicht ganz aufgeklärten Weise sämtliche schädlichen Verunreinigungen zerstört, und die Ullmannsche Reinigungsmasse, die im wesentlichen aus einer angesäuerten Chromsäurelösung besteht, und deren Wirkung auf Oxydationsvorgängen beruht. Ahrens kommt auf Grund eigener Untersuchungen zu dem Ergebnisse, daß zwar nach keinem dieser Verfahren eine vollkommene Reinigung des Gases erzielt werde, daß sie jedoch sämtlich den Anforderungen der Praxis genügen. — Aus der organischen Chemie ist die Arbeit von Julius Schmidt „über die Pyrazolgruppe“ (Einzelausg. M. 1,20). Zu dieser Gruppe gehören die zahlreichen, vom Pyrazol derivierenden Verbindungen, die sämtlich in der Molekel einen aus drei Kohlenstoff- und zwei Stickstoffatomen bestehenden Kern enthalten, wegen der innerhalb der Molekel sehr leicht eintretenden Atomverschiebungen ein außerordentliches theoretisches Interesse besitzen und überdies, wie insbesondere das Antipyrin, sich durch ihre physiologischen oder sonstigen Eigenschaften auszeichnen. — Einen der wichtigsten Abschnitte aus der Geschichte der Chemie behandelt M. Dennstedt in seinem Vortrage „die Entwicklung der organischen Elementaranalyse“ (Einzelausg. M. 3,60). Die Untersuchung, welche durchwegs auf die Originalarbeiten zurückgeht, beginnt mit Lavoisier, der es zuerst unternahm, die Zusammensetzung von nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehenden Verbindungen durch Verbrennung gewogener Stoffmengen und Wägen der entstehenden Kohlensäure und des entstehenden Wassers zu ermitteln, und führt bis zu den neuesten Methoden, wie sie teilweise vom Verfasser selbst herrühren. Vor den entsprechenden Kapiteln in den Lehrbüchern der Geschichte der Chemie hat die Arbeit — um von allem anderen abzusehen — noch den Vorzug, die Apparate und Versuchsanordnungen von Lavoisier an bis zur heutigen Zeit durch Abbildungen zu erläutern. — Schließlich sei noch auf die Arbeit von J. Traube „über den Raum der Atome“ (Einzelausg. M. 2,40) hingewiesen. *J. Schiff.*

The Letters of Faraday and Schoenbein 1836—1862. Edited by Georg W. A. Kahlbaum and Francis W. Darbishire. Basel, B. Schwabe, 1899. XVI u. 376 S.

Das Buch ist für englische Leser berechnet, da nicht nur die vom deutschen Herausgeber verfaßte Preface und Introduction, sondern auch alles andere, freilich auch die Originalbriefe Schönbeins englisch geschrieben sind. Obgleich der Inhalt sich vielfach mit den von demselben Herausgeber veröffentlichten Briefen Schönbeins an Liebig (ds. Zeitschr. XIII 240) und Berzelius (XII 249) deckt, so bildet dieser Briefwechsel doch eine neue wertvolle Quelle für den, der die eigenartigen physikalisch-chemischen Probleme Schönbeins, die noch vielfach in die Gegenwart übergreifen, von neuem in Angriff nehmen will. Die beiden beigegebenen Bildnisse der Forscher haben künstlerischen Wert.

O.

Die wichtigsten Grundbegriffe der Elektrochemie und ihre Verwertung bei den neueren Theorien der galvanischen Elemente und Akkumulatoren. Von Dr. W. Bermbach. Mit 6 Fig. Leipzig, O. Wigand, 1900. 42 S. M. 1.

Die Schrift giebt eine treffliche Zusammenfassung der neueren Anschauungen über die Elektrolyse. Nachdem die Gesetze des osmotischen Druckes, die elektrolytische Dissociation sowie die Stromleitung in Elektrolyten behandelt sind, wird die Nernstsche Theorie der Stromerzeugung in galvanischen Elementen in ihren Grundzügen anschaulich dargelegt. Ebenso wird weiterhin die Theorie des Akkumulators entwickelt, wobei die Arbeit von Dolezalek „Über die chemische Theorie des Bleiakkumulators“ (Ann. d. Ph. u. Ch. 65, 1898) besondere Berücksichtigung findet. Obgleich die Schrift aus einem Vortrage (in der Elektrotechn. Ges. zu Köln) hervorgegangen ist, ist sie doch keine auf der Oberfläche bleibende populäre Arbeit, sie hat vielmehr wissenschaftlichen Gehalt und kann zur ersten Orientierung angelegentlich empfohlen werden. O.

Lehrbuch der anorganischen Chemie mit kurzem Grundriss der Mineralogie. Von Prof. Dr. J. Lorscheid. Mit 221 Textfiguren und einer Spektraltafel. 14. Aufl. von Dr. F. Lehmann in Siegen. Freiburg i. B., Herder, 1899. VIII u. 342 S. M. 3,50 geb. M. 4.

Die neue, nach dem Zurücktreten von H. Hovestadt vom Obengenannten besorgte Ausgabe hat tiefer gehende Abänderungen nicht erfahren. Eingefügt wurden zwei Abschnitte über die neuen Gase der Atmosphäre und über das Acetylen. Die metallurgischen Ausführungen wurden ergänzt; das Lindesche Verfahren und die sonstigen Ergebnisse der modernen Kältetechnik, ferner die technische Anwendung des Aluminiums u. a. fanden sachgemäße Berücksichtigung. Bei dem Bemühen, die älteren Angaben durch neuere zu ersetzen, sind dem Bearbeiter einige Unrichtigkeiten entgangen; so wird als tiefstes Bohrloch immer noch das von Spereberg angeführt, auch sind die südafrikanischen Diamantvorkommen in ihrer Eigentümlichkeit nicht berücksichtigt; ferner entsprechen die Angaben der Atomvolumen z. B. für Jod und Natrium nicht den neuesten Forschungen. Geradezu verbesserungsbedürftig sind aber die in der Einleitung gegebenen Begriffe von Atom und Molekül; es tritt z. B. auch nicht hervor, was Erfahrung und was Hypothese ist, da von letzterer überhaupt nicht die Rede ist. Die späteren, den einzelnen Abschnitten angefügten theoretischen Erörterungen zeichnen sich jedoch durch Ausführlichkeit und Klarheit aus. Zu dem ausserordentlich reichhaltigen chemischen und technologischen Lehrstoff des Buches steht der kärglich bemessene mineralogische Abschnitt in keinem günstigen Verhältnis. O.

Grundzüge der Chemie und Mineralogie. Methodisch bearbeitet von Prof. Dr. R. Arendt in Leipzig. Mit 275 Abbildungen und einer Buntdrucktafel. 7. Aufl. Hamburg u. Leipzig, L. Vofs, 1899. XVI u. 425 S. M. 3.

Die ursprünglich auf unorganische und organische Chemie sich beschränkenden „Grundzüge“ sind bereits in der 5. und 6. Auflage durch zwei Abschnitte „Die wichtigsten Mineralien“ (bearbeitet unter Mitwirkung von F. Nies) und „Die wichtigsten Gesteine“ (bearbeitet von J. Hazard) erweitert worden; die vorliegende Auflage ist ausserdem durch einen etwa 15 Seiten umfassenden Abschnitt „Systematischer Überblick der anorganischen Chemie“ vermehrt worden. Hierdurch ist allerdings der Umfang des Buches erheblich (von 238 auf 425 S.) angewachsen. Der letzterwähnte Abschnitt stellt eine gewisse Annäherung an die rein systematischen Lehrbücher dar, während sonst das Wesen des Buches darin besteht, dass der Stoff nach Reaktionen methodisch bearbeitet ist. Es ist jedoch bemerkenswert, dass die Mineralien nicht in die methodische Bearbeitung einbezogen sind; diese finden sich nur in üblicher systematischer Anordnung aufgezählt, übrigens mit etwas sehr kurz gehaltenen Angaben — beispielsweise ist das Vorkommen gar nicht berücksichtigt.

Der grosse Wert der Arendtschen Lehrbücher besteht darin, dass sie zuerst den bis dahin allein geltenden akademisch-systematischen Lehrgang erfolgreich durchbrachen. Eine Diskussion der Methode nach ihren Licht- und Schattenseiten ist hier nicht beabsichtigt; auch von Einzelheiten seien nur wenige berührt. Wenn die Untersuchung der Luft (S. 1–13) auf die an die Spitze gestellten schweren Metalle basiert wird, so widerspricht es einer strengeren Methodik, dass bei einer Unterfrage — nämlich bei der Gewichtszunahme des Metalles — zu einem Leichtmetall, dem Magnesium, das noch nicht beschrieben wurde, gegriffen wird (S. 9, Vs. 1) — zumal hierüber bessere neuere Versuche vorliegen. Die Art und Weise, wie der Wasserstoff mitten in die Luftuntersuchung hineingezogen wird — nämlich nur als Hilfsmittel, um Luftabschluss zu erzielen — hat etwas Künstliches. Die auf S. 36 gegebene Gruppierung der Elemente nach ihrem praktischen Wert ist zweckmässig, doch ist das Jod — das nach den neueren physiologischen Forschungen für den menschlichen Organismus so wichtig ist — zur ersten Gruppe der unentbehrlichen Stoffe zu stellen. Die als Fußnote gegebenen Worterklärungen sind mehrfach ungenau; monströs ist die Bildung des Wortes *moleculum* (S. 69). Diese Ausstellungen sind nicht wesentlicher Natur. Ein stärker fühlbarer Mangel ist es jedoch, dass

die physikalische Chemie im ganzen zu wenig berücksichtigt ist. In dieser Beziehung ist z. B. dem oben besprochenen systematischen Lehrbuch von Lorscheid entschieden der Vorzug einzuräumen. So fehlt beispielsweise ein Kapitel über Thermochemisches, über die Natur der Lösungen u. a.; auch die Mafsanalyse ist nicht näher berücksichtigt. Selbst das Allgemein-Theoretische ist, abgesehen von dem ausführlich bearbeiteten Kapitel „Stöchiometrie“, zu knapp gehalten; dies gilt übrigens auch von der organischen Chemie. Beiläufig ist der in jenem Kapitel (S. 96) angegebene Satz „wenn ein Gas bis auf -273° abgekühlt wird, so verschwindet sein Volum gänzlich“ nicht haltbar.

Durch die Einfügung der genannten Erweiterungen brauchte die Übersichtlichkeit des sonst so klaren methodischen Verfahrens nicht beeinträchtigt zu werden. *O. Ohmann.*

Versammlungen und Vereine.

Verein zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften.

7. Hauptversammlung in Hamburg vom 5. bis 7. Juni 1900.

Am ersten Tage, dem 5. Juni, wurde die Versammlung von den Herren Prof. Dr. Voller, Realschuldirektor Dr. Thaer und Dr. Bonert mit Ansprachen begrüßt, die der Vorsitzende des Vereins Prof. Pietzker erwiderte. Den ersten Vortrag hielt Direktor Prof. Schotten über „Wissenschaft und Schule“. Er stellte als Prinzip auf, daß alle höheren Schulen nicht Fachvorbildung, sondern die Grundlage geistiger Ausbildung überhaupt zu schaffen hätten. Die höheren Schulen haben auch nicht die Aufgabe die Wissenschaft selbst zu fördern, sondern ihren Schülern Freude an der Arbeit, Interesse für höheres geistiges Leben einzuprägen. Bei weitem nicht alles, was sicherer und fester Besitz der Wissenschaft sei, gehöre darum auch auf die Schule; noch weniger alles das, was noch im Flusse der Entwicklung begriffen sei. In der Botanik sei das Linnésche System für die Schule geeigneter als das natürliche. In der Physik würde heut auf den höheren Schulen mehr getrieben, als vor zwanzig Jahren auf den Universitäten. Aber gerade auf diesem Gebiete sei die Gefahr des Zuviel besonders gross. Mafsgebend müsse hier sein, daß wir nicht die Aufgabe haben, für das physikalische Studium im besonderen vorzubereiten, daß wir zweitens auch nichts bieten dürfen, was nicht als völlig sicherer Besitz der wissenschaftlichen Erkenntnis sich heraus krystallisiert hat, und daß wir drittens nichts lehren dürfen, dessen methodische Behandlung nicht eine gewisse Vollkommenheit erlangt hat. Von diesem Standpunkte aus erklärte der Vortragende es mit Recht als unzweckmäfsig, auf den höheren Schulen die Maxwellsche Theorie als leitendes Prinzip einzuführen. Die methodische Behandlung dürfe selbstverständlich nicht im Gegensatz stehen zu den wissenschaftlichen Ergebnissen und Thatsachen. Solche Ideen, Gedanken, Hypothesen, die aus dem allgemein bildenden Unterricht heraus wachsen, aus ihm heraus verständlich sind, müssten mitgeteilt werden, soweit sie eben dem Schüler verständlich sind; aber den Unterricht darauf aufzubauen, erscheine in der That doch als sehr bedenklich. Ähnlich liege es auf dem Gebiet der Chemie, wo der Unterricht der höheren Schule auch nicht in Konkurrenz treten darf mit dem Experimentalkolleg an der Universität. Rein wissenschaftlich, aber auch rein elementar müsse der Unterricht sein; wie diese beide Forderungen zu vereinen seien, dafür könnten die sogen. Strafsburger Elementarbücher (bei Trübner) als Muster gelten. —

Hierauf sprach Prof. Böger (Hamburg) über die Geometrie der Lage in der Schule, Prof. Schubert (Hamburg) über „Heronische Dreiecke mit rationaler Schwerpunkttransversale“. Herr Lorey (Remscheid) zeigte einen von Dr. May konstruierten neuen Stangenzirkel zum Gebrauch an der Schulwandtafel, der für 3 M. von dem Mechaniker Grofs in Königsberg geliefert wird. —

Prof. Kieselring (Hamburg) hielt einen Vortrag über künstliche Erzeugung von Nebel. Zur Nebelbildung durch künstliche Abkühlung gesättigter Luft benutzt der Vortragende Glasflaschen von 3 l Inhalt, deren Boden etwa 3 cm hoch mit Wasser bedeckt und deren Hals durch einen mit Rohr und Glashahn versehenen Stopfen verschlossen ist. Die Temperaturerniedrigung wird durch kräftiges Saugen an dem Rohr und darauffolgendes Schliessen des Hahns, oder durch kräftiges Einblasen von Luft, Schliessen des Hahns und Wiederöffnen nach etwa 10 Sek., am besten mit gleichzeitigem Saugen, hervorgebracht. Bei fast staubfreier Luft tritt nur schwache Nebelbildung ein, die erst bei starker Beleuchtung auf weitere Entfernung gut sichtbar wird, dagegen wird starke Nebelbildung sichtbar, wenn man den von einem brennenden Schwefelholz aufsteigenden Rauch zutreten läßt. In völlig staubfreier, durch Watte filtrierter Luft kann kein Nebel entstehen. Der Vortragende demonstrierte darauf, daß bei der Condensation von Wasserdampf nicht Wasserbläschen, sondern äufserst kleine Wassertropfen entstehen. Von einem etwa 2 cm breiten, vor der elektrischen Lampe stehenden Diaphragma wurde auf einem Projektionsschirm ein scharfes Bild erzeugt und in

den Lichtkegel eine mit homogenem Nebel gefüllte Flasche gehalten; das Diaphragmabild erschien dann von farbigen, helleuchtenden Beugungsringen umgeben. Wurde nun der Druck in der Flasche vermindert, so trat keine plötzliche Veränderung der Ringdurchmesser ein, was der Fall sein müßte, wenn der Nebel aus Bläschen bestände. Er ist daher aus Tröpfchen gebildet. Am Schlusse gab der Vortragende eine Erklärung für das Schweben und Aufsteigen des Nebels in der Luft.

Prof. Dr. Wernicke (Braunschweig) sprach dann über Schulaufgaben aus der Mechanik unter besonderer Berücksichtigung der Technik. Nach einem Hinweis auf die neuerliche Einführung der angewandten Mathematik als Prüfungsgegenstand für Lehramtskandidaten und auf die neue von ihm bearbeitete Auflage von Wernickes (Vater) Mechanik ging der Vortragende auf die Theorie der Vektoren und deren weitgehende Verwendbarkeit ein und führte eine Reihe von Aufgaben an, die für die oberen Klassen unserer höheren Schulen geeignet seien. Er besprach insbesondere den Satz von Coriolis und die Beziehungen zwischen Parallelogramm-Gesetz, Momentensatz und Arbeitssatz, dann die belastete Schwingung und den Schwungregulator, die Knickung einer Säule, die östliche Abweichung des freien Falls und das Cycloidenpendel. —

Am 6. Juni hielt Prof. Dr. Voller, der Direktor des physikalischen Staatsinstituts in Hamburg, einen Vortrag über Becquerelstrahlen und führte dabei Versuche mit einem radioaktiven Baryumbromid von Dr. Giesel aus. Ferner erläuterte er die photographischen Wirkungen der Becquerelstrahlen durch Projektion mehrerer von Dr. Walter (Hamburg) hergestellter Aufnahmen, zeigte an Photographien, daß die Absorption der Strahlen mit dem Atomgewicht wächst und daß gewisse dieser Strahlen durch den Magneten abgelenkt werden. — Dr. Classen (Hamburg) führte Versuche mit flüssiger Luft vor, die mit einer Lindeschen Maschine erzeugt war.

Prof. Koeppen (Hamburg) teilte mit, daß auf der letzten in Hamburg stattgehabten Konferenz von Vertretern der Landwirtschaft und der Meteorologie der dringende Wunsch nach Verbreitung meteorologischer Kenntnisse in weiteren Kreisen laut geworden sei, und forderte zu größerer Berücksichtigung der Meteorologie im Unterricht auf. — Prof. Dennstedt, Direktor des chemischen Staatslaboratoriums in Hamburg, regte an, daß auch der praktischen Photographie eine Unterrichtsstunde gewidmet werde und führte eine Blitzlichtaufnahme mit darauf folgender Herstellung eines Positivbildes aus.

Oberlehrer Dr. Ahlborn (Hamburg) sprach über die Mechanik der Flugbewegung und den Luftwiderstand. Er behandelte zunächst den passiven Schwebeflug, und zeigte wie bei den dynamischen Flugapparaten dieser Art durch geeignete Verteilung der Masse Schwankungen und Rotationen vermieden werden können. Bei dem aktiven, aufwärts gerichteten Schwebeflug müssen besondere hebende Kräfte in Tätigkeit treten; beim Segeln und Kreisen der Vögel werden Windstöße zur Hebung ausgenutzt. Auch den Schülern dürfe das physikalische Verständnis der Flugescheinungen nicht vorenthalten werden. Angenommen wurde darauf folgende These des Vortragenden: die Versammlung erachtet es für zeitgemäß, dem Unterricht über Aerodynamik ein Kapitel über die Theorie der Flugbewegung hinzuzufügen. —

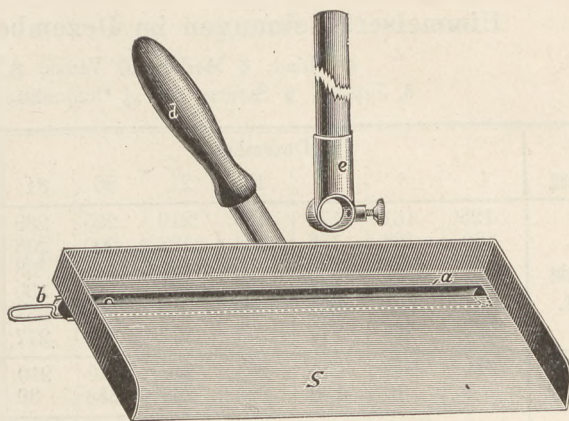
Realschullehrer Krebs (Hagenau i. W.) sprach über Unterrichtsausflüge in pädagogischer und hygienischer Beziehung. Er befürwortete den bei solcher Gelegenheit zu erteilenden Unterricht im Freien, nicht bloß für Botanik, sondern auch für Zoologie, und empfahl, die Stunden hierfür aus der übrigen Schulzeit heraus auf Nachmittage zu verlegen.

Am 7. Juni erstattete Prof. Pietzker seinen Bericht über den Entwurf eines Lehrplans in der darstellenden Geometrie. — Buchenau (Bremen) sprach über den Schutz der Naturdenkmäler. — Im geschäftlichen Teil wurde Giefsen zum Versammlungsort für die nächstjährige Versammlung bestimmt.

Mitteilungen aus Werkstätten.

Eine neue Quecksilberschippe. Wohl jeder, der sich mit physikalischen Arbeiten beschäftigt, wird zu seinem Ärger erfahren haben, wie schwierig und zeitraubend es ist, auf den Tisch oder Fußboden verschüttetes Quecksilber wieder aufzusammeln. Bedeutend erleichtert wird diese unangenehme Arbeit durch eine sehr zweckmäßige eingerichtete, gesetzlich geschützte Quecksilberschaufel, welche von der Firma Dr. R. MUENCKE (Berlin NW, Luisenstr. 58) in neuester Zeit konstruiert wird. Sie besteht, wie aus nebenstehender Abbildung ersichtlich, aus einem dünnen Eisenblech *S*, dessen zugeschärfte Vorderkante sich durch leichten Druck glatt auf den Fußboden anlegt. Die mit Hilfe eines kleinen dichten Borstenbesens auf die Schaufel gefegten Quecksilberkügelchen fallen in eine am hinteren Ende des Bleches angebrachte Rinne *a*. Durch die besondere Konstruktion dieser Rinne ist vermieden, daß das einmal in der Rille befindliche Quecksilber, selbst bei größerer Neigung

der Schippe, wieder herausfallen kann. Das in der Rinne angesammelte Quecksilber kann durch eine mit Hilfe eines Schiebers verschlossene Öffnung *b* direkt in das zur Aufbewahrung dienende Gefäß gefüllt werden. Aufser dem Griff *d* ist der Schippe noch ein längere Stiel *e* beigegeben. Der kleine, sehr einfache Apparat hat sich gut bewährt und kann für physikalische Laboratorien u. dergl. empfohlen werden. Der Preis beträgt 5,50 M., mit Bürste und zwei längeren Griffen (um Quecksilber vom Boden aufzufegen) 6,50 M. Die Firma ist zur Zeit noch mit der Ausführung einer zweiten Form der Schaufel, geeignet zur Aufnahme größerer Quecksilbermengen, beschäftigt.



Correspondenz.

T. Essen. — Der Vorschlag, den Oberternianern die Änderungen der Geschwindigkeit beim Pendel durch wachsende und wieder abnehmende Einlagen in eine Sparkasse zu veranschaulichen, ist gewiß zweckmäßig. Angesichts der Schwierigkeit aber, die auf jener Unterrichtsstufe noch mit den Begriffen Geschwindigkeit und Beschleunigung verknüpft ist, dürfte wohl die Erwägung nahe liegen, ob nicht überhaupt der Gegenstand besser einer höheren Stufe vorbehalten bliebe.

— — Eine vollständige Übersetzung der Rede von A. CORNU über die Theorie der Lichtwellen und ihren Einfluss auf die moderne Physik, worüber in ds. Zeitschr. *XII* 363 berichtet ist, findet sich in der „Physikalischen Zeitschrift“, I No. 34 und 35 (2. Juni 1900).

Bei der Redaktion eingegangene Bücher und Schriften.

A. Föppl, Vorlesungen über technische Mechanik. II. Bd. Graphische Statik. Mit 166 Figuren. Leipzig, B. G. Teubner, 1900. geb. M. 10. — **Rich. Börnstein** und **Karl Scheel**, Die Fortschritte der Physik im Jahre 1899. 55. Jahrgang. Erste Abteilung. Physik der Materie. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1900. M. 26. — **Otto Fischer**, Der Gang des Menschen. III. Teil. Leipzig, Teubner, 1900. M. 6. — **Richard Meyer**, Jahrbuch der Chemie. IX. Jahrgang, 1899. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1900. — **Ludwig Dressel**, S. J., Elementares Lehrbuch der Physik, nach den neuesten Anschauungen, für höh. Schulen u. z. Selbstunterricht. 2. Auflage in 2 Abteilungen mit zusammen 589 Figuren. Freiburg i. B., Herder, 1900. M. 15, geb. M. 16. — **H. Griesbach**, Physikalisch-chemische Propädeutik. 2. Hälfte, 3. Lief. m. 210 Fig. im Text. Leipzig, Wilh. Engelmann, 1900. M. 10. — **Friedr. Kohlrausch**, Die Energie oder Arbeit und die Anwendungen des elektrischen Stromes. Leipzig, Duncker u. Humblot, 1900. geb. M. 2,40. — **V. Schaffers**, Les plaques sensibles au champ électrostatique. Paris, A. Hermann, 1900. — **W. Ostwald**, Grundlinien der anorganischen Chemie. Mit 122 Textfig. Leipzig, Wilh. Engelmann, 1900. geb. M. 16. — **R. Arendt**, Technik der Experimental-Chemie. 3. Aufl. Hamburg, Leopold Voss, 1900. M. 20. — **H. W. Bakhuis Roozeboom**, Die Bedeutung der Phasenlehre, Vortrag. Mit 6 Textfiguren. Leipzig, Wilh. Engelmann, 1900. M. 0,80. — **J. H. van 't Hoff**, Die Entwicklung der exakten Naturwissenschaften im 19. Jahrhundert. Hamburg, Leop. Voss, 1900. M. 0,80. — **H. Wichelhaus**, Wirtschaftliche Bedeutung chemischer Arbeit. 2. Ausg. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1900. — **A. Pietet**, Die Pflanzenalkaloide und ihre chemische Constitution. In deutscher Bearb. von Dr. Rich. Wolfenstein. 2. Aufl. Berlin, Jul. Springer, 1900. geb. M. 9. — **Lassar-Cohn**, Die Chemie im täglichen Leben. 4. Aufl. mit 22 Textabbild. Hamburg, Leop. Voss, 1900. M. 4. — **H. Pünning**, Lehrbuch der Physik für die oberen Klassen höherer Lehranstalten. 2. Aufl. Mit 324 Figuren. Münster i. W., Aschendorff, 1900. M. 3,50. — **P. Johannesson**, Physikalische Mechanik. Mit 37 Figuren. Berlin, Jul. Springer, 1900. — **Vincenz Wachter**, Das Wichtigste der organischen Chemie. München, Oldenbourg, 1900. M. 1,60. — **J. Maria Eder**, Recepte und Tabellen für Photographie und Reproduktionstechnik. V. Aufl. Halle a. S., Wilh. Knapp, 1900. M. 2,50. — **W. Weiler**, Der praktische Elektriker. Mit 542 Textfiguren. 4. Aufl. Leipzig, Moritz Schäfer. M. 8.

Himmelserscheinungen im Dezember 1900 und im Januar 1901.

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

Monatstag	Dezember							Januar								
	1	6	11	16	21	26	31	5	10	15	20	25	30	35		
Heliocentrische Längen.	125°	151	174	193	210	225	239	253	267	281	296	313	331	352	♃	
	160	168	176	184	192	200	208	216	224	232	240	248	256	264	♃	
	69	74	79	84	89	94	99	104	110	115	120	125	130	135	♃	
	116	119	121	123	125	128	130	132	134	136	139	141	143	145	♃	
	261	261	262	262	263	263	263	264	264	265	265	265	266	266	♃	
	277	277	277	277	277	277	277	278	278	278	278	278	278	279	♃	
Aufst. Knoten.	241	241	241	241	240	240	240	240	239	239	239	239	238	238	☾	
Mittl. Länge.	4	70	136	202	268	333	39	105	171	237	303	9	75	141	☾	
Geocentrische Rektascensionen.	0	73	142	198	262	330	38	111	172	230	299	7	78	145	☾	
	229	232	237	243	251	258	267	275	284	292	301	310	319	328	♃	
	212	217	223	230	236	242	249	255	262	269	275	282	289	296	♃	
	247	253	258	264	269	275	280	286	291	297	302	307	312	317	♃	
	156	158	159	161	162	163	164	165	165	165	165	165	164	163	♃	
	258	259	261	262	263	264	265	267	268	269	270	271	273	274	♃	
	275	275	276	276	277	278	278	279	280	280	281	281	282	283	♃	
Geocentrische Deklinationen.	+ 5	+ 21	+ 10	- 11	- 21	- 7	+ 17	+ 18	- 2	- 19	- 16	+ 7	+ 21	+ 9	☾	
	- 15	- 16	- 18	- 20	- 22	- 23	- 24	- 24	- 24	- 24	- 22	- 21	- 18	- 15	♃	
	- 11	- 13	- 15	- 16	- 18	- 19	- 21	- 22	- 22	- 23	- 23	- 23	- 22	- 22	♃	
	- 22	- 22	- 23	- 23	- 23	- 23	- 23	- 23	- 23	- 22	- 21	- 20	- 19	- 18	- 16	♃
	+ 12	+ 12	+ 11	+ 11	+ 11	+ 10	+ 10	+ 10	+ 10	+ 10	+ 10	+ 11	+ 11	+ 11	+ 12	♃
	- 23	- 23	- 23	- 23	- 23	- 23	- 23	- 23	- 23	- 23	- 23	- 23	- 23	- 23	♃	
	- 23	- 23	- 23	- 23	- 23	- 23	- 23	- 23	- 23	- 23	- 22	- 22	- 22	- 22	♃	
Aufgang.	19 ^h 51 ^m	19.58	20.4	20.8	20.11	20.13	20.14	20.12	20.10	20.6	20.0	19.54	19.47	19.38	☾	
	0 ^h 57 ^m	4.1	9.47	15.19	20.15	22.41	0.23	5.2	10.51	16.16	19.57	21.58	0.38	6.18	☾	
Untergang.	3 ^h 48 ^m	3.45	3.44	3.44	3.45	3.48	3.53	3.58	4.5	4.13	4.21	4.30	4.39	4.49	☾	
	14 ^h 30 ^m	20.42	23.17	0.32	3.33	9.38	16.14	20.33	22.17	24.33	4.42	11.24	17.13	19.45	☾	
Zeitglch.	-10 ^m 56 ^s	- 8.57	- 6.44	- 4.21	- 1.53	+ 0.37	+ 3.4	+ 5.24	+ 7.33	+ 9.28	+ 11.7	+ 12.27	+ 13.27	+ 14.6	☾	

Daten für die Mondbewegung (in mitteleuropäischer Zeit):

Dezember 3 9 ^h	Mond in Erdnähe	Januar 4 13 ^h 14 ^m	Vollmond
5 23 38 ^m	Vollmond	12 0	Mond in Erdferne
13 11 42	Letztes Viertel	12 9 38	Letztes Viertel
15 2	Mond in Erdferne	20 3 36	Neumond
21 13 1	Neumond	24 0	Mond in Erdnähe
28 14 48	Erstes Viertel	26 22 52	Erstes Viertel
30 5	Mond in Erdnähe		

Aufgang der Planeten.	Dez. 16 ♀ 18 ^h 23 ^m	♀ 17.7	♂ 10.3	♃ 19.58	♄ 20.54
	Jan. 16 20. 9	18.27	8.21	18.24	19.6
Untergang der Planeten.	Dez. 16 2. 47	2.13	0.7	3.40	4.40
	Jan. 16 3. 43	2.11	22.19	2.1	2.54

Constellationen. Dez. 4 20^h Uranus ☊☉; 7 16^h ♃ in größter westlicher Elongation von 21°; 12 14^h ♂☊☉; 13 22^h ♃☊☉; 18 20^h ♀☊☉; 19 17^h Neptun ☊☉; 21 2^h ♃☊☉; 21 20^h ☉ im Steinbock, Wintersonnenwende; 29 2^h ♄☊☉. — Januar 2 10^h ♂ in Sonnennähe; 9 9^h ♂☊☉; 21 15^h ♀ obere ☊☉, wird Abendstern.

Verfinsterungen der Jupitermonde sind noch nicht wieder zu beobachten.

Algols-Minima treten ein: Dez. 8 18^h, 11 15^h, 14 12^h, 17 8^h, 20 5^h, 31 16^h; Januar 3 13^h, 6 10^h, 9 7^h, 20 18^h, 23 15^h, 26 12^h, 29 9^h.

Meteore. Dezemberschwarm (8.—11.) und Januarschwarm (1.—3.) sind des Mondlichtes wegen nur teilweise zu beobachten.

Das Zodiakallicht ist nach dem 8. Januar abends am Westhimmel nach dem Erlöschen der Dämmerung aufzufinden.

J. Pfaffmann, Münster.

Die scheinbaren Bahnen der beweglichen Gestirne im Jahre 1900.

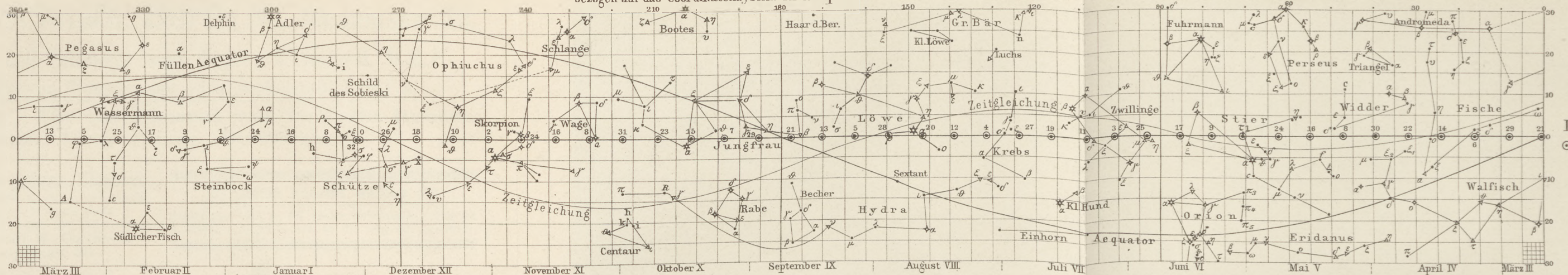
bezogen auf das Koordinatensystem der Ekliptik.

I. Tierkreisgürtel

Orter der Sonne ☉
(Intervall 8 Tage.)

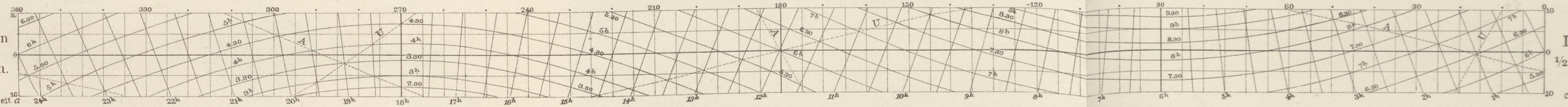
Zeitgleichung

Sterngrößen
★ ◆ ▲ ●
1 2 3 4



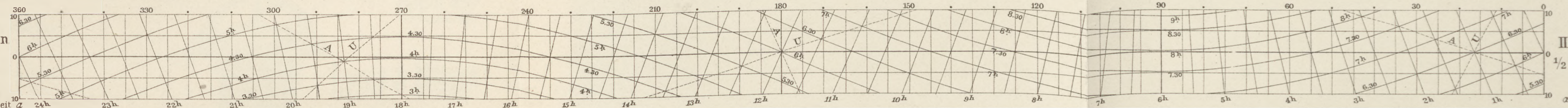
II. Halbe Tagesbogen für die Polhöhe von Berlin. 1/2 T.

Culmination nach Sternzeit α

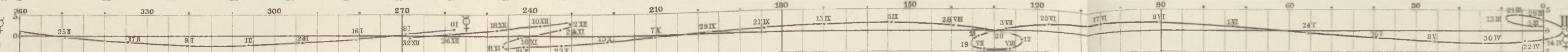


II^a Halbe Tagesbogen für die Polhöhe von Wien. 1/2 T.

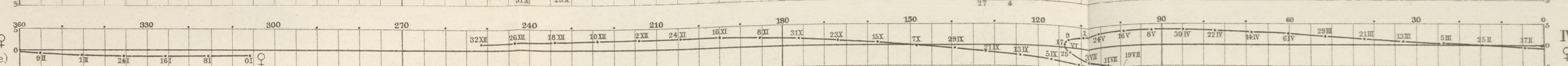
Culmination nach Sternzeit α



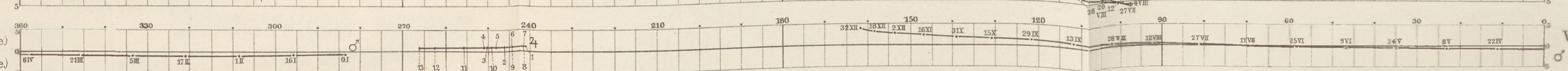
III. Merkur ☿ (Intervall 8 Tage.)



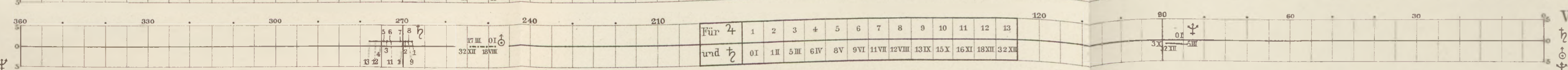
IV. Venus ♀ (Intervall 8 Tage.)



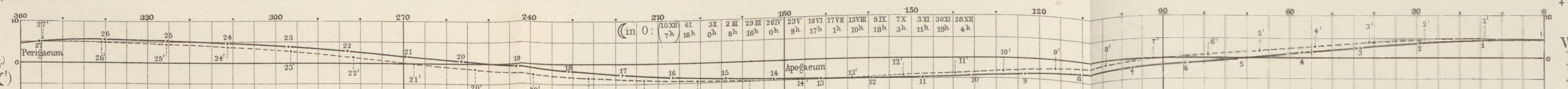
V. Mars ♂ (16 Tage) Jupiter ♃ (32 Tage)



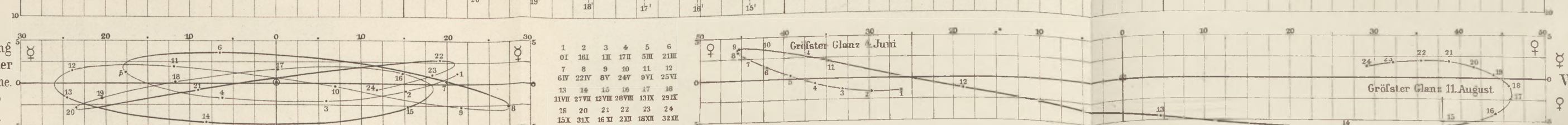
VI. Saturn ♄ (32 Tage) Uranus ♅ Neptun ♆



VII. Mond ☾ (Intervall 1 Tag.) (Mond 1899 ☾)



VIII. Relative Bewegung des Merkur und der Venus um die Sonne. (Intervall 16 Tage.) Doppelter Maßstab.



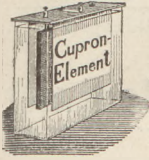
Keiser & Schmidt, Berlin N., Johannisstr. 20.

Ampèremeter und Voltmeter nach Deprez-d'Arsonval, D.R.P.

Funkeninduktoren, Unterbrecher nach Dr. Wehnelt, D.R.P. a.

Condensatoren. Thermo-Element von Prof. Dr. Rubens.

Elemente. Tauchbatterien. Messinstrumente. [1051]



Bestes galvan. Element
für den phys. u. chem. Unterricht.
Ausführl. Brochüre gratis.
Dynamomaschinen für Lehrzwecke.
Umbreit & Matthes,
[1037] Leipzig-Pl. IIIa.

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

Soeben erschienen:

Die Pflanzenalkaloïde und ihre chemische Konstitution

von
Dr. Amé Pictet
Professor an der Universität Genf.

In deutscher Bearbeitung
von
Dr. Richard Wolffenstein
Privatdozent an der Königl. Techn. Hochschule Berlin.

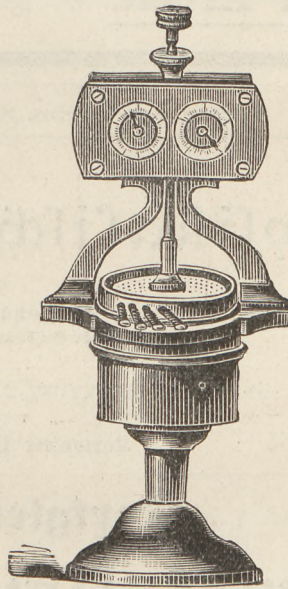
Zweite verbesserte und vermehrte Auflage.

In Leinwand gebunden Preis M. 9,—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Zu kaufen gesucht werden die

Jahrgänge VIII u. IX dieser Zeitschrift (1894/95
u. 1896). Angebote erb. an die Exp. ds. Zeitschrift.



Physikalische

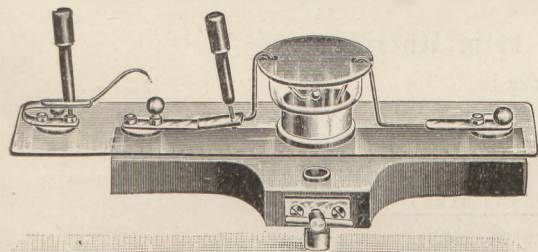
Apparate

Leppin & Masche

BERLIN S.O.

Engelufener 17.

[1012]



Demonstrations - Apparate

für effectvolle Vorführung der
Versuche mit elektrischen Wellen

über Reflexion, Brechung, Interferenz, Polarisation,
Funkentelegraphie, Resonanz und stehende Wellen
nach Weinhold fertig als Specialität [1031]

G. Lorenz in Chemnitz.

Neues, illustriertes Preisverzeichniss kostenfrei.

Der

Chemiker-Kalender für 1901

herausgegeben von Dr. Rudolf Biedermann ist erschienen. Preis in Leinwand geb. M. 4,—, in Leder M. 4,50.
Wir empfehlen dieses bewährte und praktische Hilfsbuch allen wissenschaftlichen und praktischen Chemikern ange-
legentlichst. Der Kalender ist durch alle Buchhandlungen, auf Wunsch auch zur Ansicht, zu beziehen.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer in Berlin N.

Verlag von FERDINAND ENKE in Stuttgart.

Soeben erschienen:

[1169]

Kayser, Prof. Dr. H., Lehrbuch der Physik für Studierende. **Dritte**, verbesserte

Auflage. Mit 336 Textabbildungen. gr. 8°. geh. M. 11.—, in Leinw. geb. M. 12.20.

Kühling, Privatdoc. Dr. O., Lehrbuch der Maassanalyse

zum Gebrauch in Unterrichts-Laboratorien und zum Selbststudium. Mit 21 Textabbildungen. 8°. geheftet M. 3.—.

Schmidt, Privatdocent Dr. J., Ueber die praktische Bedeutung chemischer Arbeit. 8°. geh. M. 1.60.

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

Soeben erschien:

Physikalische Mechanik.

Von

P. Johanneson,

Oberlehrer am Sophienrealgymnasium in Berlin.

— Mit 37 Figuren auf 2 lithographierten Tafeln. —

Kartoniert Preis M. 1.—.

Textgleichungen geometrischen Inhalts.

Für den Gebrauch beim Unterricht
entworfen

von

Dr. Ch. Harmuth,

Professor, Oberlehrer am Königl. Wilhelms-Gymnasium in Berlin.

Zweite verbesserte und vermehrte Auflage.

Kartoniert Preis M. 1,20.

Physikalische Aufgaben

für die

oberen Klassen höherer Lehranstalten
und für den Selbstunterricht.

Von

Dr. W. Müller-Erbach,

Professor am Gymnasium zu Bremen.

Zweite vielfach umgeänderte und vermehrte Auflage.

Preis M. 2,40.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.