

Zeitschrift

für den

Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XII. Jahrgang.

Sechstes Heft.

November 1899.

Über praktische Kurse zur Vorbildung und Weiterbildung der Lehrer der Naturwissenschaften.

Von

Prof. Dr. B. Schwalbe.

Von der Beherrschung des Experiments und des Stoffes, der sich experimentell verwerten läßt, hängt für den Lehrer der Naturwissenschaften wesentlich der Erfolg seines Unterrichts ab, daher müssen Mittel und Wege geschaffen werden, die es jedem Lehrer, der in den Naturwissenschaften unterrichten will, ermöglichen, sich die nötige Kenntnis, Gewandtheit und Übung zu verschaffen. Dies gilt für alle Lehrer, mögen sie an höheren, mittleren oder Elementarschulen ihre Thätigkeit ausüben.

Wie für die Lehrer an unseren Volksschulen diese Möglichkeit zu schaffen ist, darüber soll hier nicht ausführlicher gehandelt werden. Die Lehrerschaft der Berliner Gemeindeschulen hat schon frühzeitig erkannt, daß Übungskurse für das Experimentieren notwendig sind, wenn die sonst von der Stadt gewährten reichlichen Mittel an Apparaten wirklich benutzt und ausgenutzt werden sollen, und wenn der Unterricht in der Naturlehre (Physik, Chemie) sich gedeihlich entwickeln soll. Diese Kurse, vom Berliner Lehrerverein eingerichtet, bestehen seit 1882 und werden jetzt auch pekuniär von der Stadt Berlin unterstützt. An ihnen hat auch eine große Anzahl Kandidaten des höheren Schulamts bei den Vorbereitungen und Besprechungen zur Unterstützung des Leiters teilgenommen¹⁾.

Für die Lehrer an den höheren Lehranstalten ist der bisher gebotene Weg nicht ausreichend, ja es kommt noch ein Umstand erschwerend hinzu. Die Ausbildung geht zunächst darauf hinaus, daß der Kandidat neben der allgemeinen philosophischen Bildung sich in seinen Hauptfächern eine so weitgehende, auf Studium der Quellen gegründete Kenntnis erwirbt, daß er wissenschaftlich auf dem betreffenden Gebiete weiter arbeiten kann. Bei dem Umfang des Wissens, das hierzu erforderlich ist, tritt naturgemäß die Arbeit für die sogenannten Nebenfächer zurück und nur wenige sind erfahrungsgemäß imstande, auch in diesen denselben Weg zu gehen und ihr Wissen aus den Quellen und nicht aus einigen mehr oder weniger umfangreichen Lehrbüchern zu schöpfen. Dazu kommt, daß das wissenschaftliche Studium vielfach den Stoff, der in der Schule erforderlich ist, gar nicht berührt, so daß der Kandidat mit den Bedürfnissen der Schule wenig bekannt wird. Ferner, tritt er als Lehrer ein, so wird er oft zunächst gar nicht in den experimentellen Fächern zu unterrichten haben und so auch keine Veranlassung finden, sich die etwa fehlende Übung anzueignen. Die Forderungen in der Mathematik z. B. sind derartig,

¹⁾ In der Abhandlung „Über Bestrebungen für die Hebung des Unterrichts in den experimentellen Naturwissenschaften“, Zentr.-Org. f. d. Intr. d. Realschulw. 1885 XIII S. 1—20 habe ich die verschiedenen Wege dargelegt, die einzuschlagen sind, um die exakten Naturwissenschaften für den Unterricht nutzbringender zu machen dadurch, daß die Lehrer denselben besser vorgebildet erteilen.

dafs es vielen unmöglich ist, praktisch in der Chemie und Physik zu arbeiten; sie haben, wenn sie an die Aufgabe, selbst zu experimentieren, herantreten, die grösste Mühe, unter beträchtlichem Zeitaufwand sich in die experimentell-induktive Methode hineinzuarbeiten.

Der Besuch der Vorlesungen über Experimentalchemie und -physik befähigt noch nicht dazu, die gesehenen Experimente nachzumachen; auch sind die in den Vorlesungen vorgeführten Apparate und Versuche für den Unterricht in der Schule oft nicht geeignet. Es ist daher eine große Anzahl von Lehrbüchern erschienen, die den Zweck haben, einmal die für das Experimentieren erforderlichen Manipulationen und Utensilien zu beschreiben, dann aber Experimente anzugeben, die für den Unterricht verwertbar sind. Die genaue Beschreibung derselben soll dann die Ausführung ermöglichen.

Aber auch diese Hilfsmittel reichen aus naheliegenden Gründen für den vorliegenden Zweck nicht aus. Ebensovienig wird das Studium an einer technischen Hochschule zum Ziele führen; der künftige Lehrer wird dort freilich mit der technischen Verwendung der Naturwissenschaften besser bekannt werden können, aber die experimentelle Ausbildung unter Rücksicht auf die Bedürfnisse der Schule wird dort nicht in höherem Grade geboten als an der Universität. Beide Hochschulen stehen in ihren Vorlesungen immer noch nicht in hinreichend nahem Connex zur Schule²⁾.

Die Universität insbesondere setzt sich vielfach noch ausschliesslich den Zweck, wissenschaftliche Arbeit zu fördern. Aus diesem hohen Ziel sind auch die Experimentierkurse für Physik hervorgegangen, während die praktischen Übungen in den chemischen Laboratorien daneben auch die Vorbildung für die technische Verwertung der Chemie berücksichtigten.

Man erkennt dieses deutlich, wenn man die Themata der physikalischen Kurse für Anfänger durchsieht, wie sie von den Universitäten aufgestellt sind³⁾.

Ein Teil der Versuche steht allerdings mit den in der Schule vorzuführenden in unmittelbarer Berührung. So werden die Bestimmungen des spezifischen Gewichts, die Hygrometerbestimmungen, die Bestimmungen der Schallgeschwindigkeit, Messung der Brechungsindices und ähnliches auch dem Schulunterricht zu gute kommen. Andererseits haben aber solche Übungen dazu verleitet, den messenden Charakter der Versuche im Schulunterricht zu sehr zu betonen und von ihnen wissenschaftlich genaue Resultate zu verlangen. Molekulargewichtsbestimmungen durch Gefrier- und Siedepunktmethode, Bestimmung des Ausdehnungscoefficienten der Wärme und andere

²⁾ Die Studienpläne, wie sie in Göttingen aufgestellt und von dort zu erhalten sind, sollten aus gemeinsamen Beratungen von Universitätslehrern und von Schulmännern, die sich besonders mit den einzelnen Fächern beschäftigt haben, hervorgehen. In solchen Kommissionen liefsen sich auch die Beziehungen zwischen dem Schulkönnen und -wissen und dem Mafs von Ausbildung, das die Universitätslehrer verlangen, festsetzen, so wie das, was die Schulen den angehenden Studierenden als sicheren Besitz mit geben sollen. Der voraussetzungslose Unterricht in den Naturwissenschaften an der Universität, der annimmt, dafs die Hörer gar keine Kenntnisse in Chemie und Physik mitbringen, mufs in einen solchen übergeleitet werden, der auf bestimmten in der Schule zur Klarheit und Beherrschung gebrachten Kenntnissen aufbaut. Nur so wird sich die allgemeine naturwissenschaftliche Bildung sowohl wie die Spezialbildung erweitern lassen.

³⁾ Den Aufgaben für die Praktikanten des physikalischen Instituts in Berlin sind zu grunde gelegt: Kohlrausch, Leitfaden der praktischen Physik, Wiedemann u. Ebert, Physikalisches Praktikum und Blasius, Physikalische Übungen für Mediziner. In Beziehung auf die Themata selbst, die in bestimmte Gruppen geteilt sind, verweise ich auf das gedruckte Verzeichnis, das den Praktikanten ausgehändigt wird.

Bestimmungen erfordern viel Zeit, wirken vor einer Klasse von 30 Schülern ermüdend und können das Interesse der meisten derselben nicht hinlänglich fesseln. Auch ist zu bedenken, daß der Zweck des Unterrichts nicht ist, für das Studium der Physik vorzubilden, sondern den Wert der Physik für die allgemeinere Ausbildung im Denken und Schließen zur Geltung zu bringen und die grundlegenden Kenntnisse einzuprägen.

Aber selbst wenn jemand diese Kurse durchgemacht hat — was gewöhnlich nicht geschieht, wenn Physik oder Chemie als Nebenfacultas erstrebt wird — bleiben für den jungen Lehrer noch viele Schwierigkeiten bestehen. Wenn er auch dem Versuch nicht fremd gegenübersteht, so ist doch gerade der Unterrichtsversuch ihm nicht geläufig. Er überträgt die Versuche, die er in der Vorlesung gesehen, auf die Unterrichtsstunden und muß sich vorher all die kleinen Kunstgriffe, welche jeder Apparat erfordert, anlernen; auch fehlt ihm die Gruppierung der Experimente und die Kenntnis der für den Schulunterricht erforderlichen Apparate, die oft viel einfacher, viel leichter in ihren Teilen erkennbar sein müssen, als es bei Vorlesungsapparaten der Fall ist.

Für Chemie bieten die Kurse an der Universität fast noch weniger Anknüpfung. Die Chemie wird meist nur als Nebenfacultas erstrebt, längeres Arbeiten im Laboratorium ist daher nicht im Studienplan des Einzelnen vorgesehen. Die Übungen erstrecken sich auf analytische Arbeiten (qualitativ und quantitativ), auf Darstellungen einiger Präparate, dagegen bleiben die Experimente, welche die Schule verlangt (Darstellung von Sauerstoff, Wasserstoff, Chlor u. s. w., Experimente, welche die Eigenschaften dieser Körper zeigen), dem jungen Lehrer vollständig fremd. Ja Kandidaten, welche den analytischen Kursus vollständig erledigt und eine chemische Dissertation geschrieben hatten, gerieten in Verlegenheit, wenn sie die Chlorexperimente vor der Klasse systematisch vorführen sollten.

Da die Universität also das Erforderliche nicht bietet, so folgt die Notwendigkeit, solche Übungen bestimmten Schulen und bestimmten Schulsammlungen anzuschließen. Hier sind die praktischen Bedürfnisse genau bekannt, die Apparate sind für Schulzwecke, nicht für Vorlesungen bestimmt, die Lehrenden kennen die Ziele und die Methode des Unterrichts genau, und so sind alle Bedingungen gegeben, die Kandidaten in den experimentellen Unterricht einzuführen.

Man könnte auch daran denken, ein größeres Experimentierinstitut einzurichten, wo nicht nur die Übung im Experimentieren erlernt werden könnte, sondern der einzelne sich auch mit den Unterrichtsmitteln, die zu diesem Zweck gesammelt werden müßten, bekannt machen könnte. Diesem Institute, das auch für die Weiterbildung der Volksschullehrer auf experimentellem Gebiete benutzt werden könnte und das an gewissen Tagen jedem, der das Experimentieren erlernen möchte, zugänglich gemacht werden könnte, müßten sich Vorlesungen angliedern, in denen das Experiment methodisch geordnet unter Berücksichtigung der einfachsten und instruktivsten Experimente praktisch vorgeführt wird⁴⁾.

Um nun die verschiedenen Wege, welche zu dem Ziele einer praktischen Vor- und Durchbildung der Lehrer für den naturwissenschaftlichen Unterricht führen können, zu prüfen, hat das Kgl. Preussische Unterrichtsministerium in dankenswerter Weise

⁴⁾ Diese Systematik oder Methodik des Experiments ist von mir in verschiedenen Beispielen in dieser Zeitschrift durchgeführt worden. (Experimente mit dem Elektroskop I 233, Verwendung der comprimierten Gase IX, 1, 57. das geologische Experiment X 65, 217.

die Einrichtung von praktischen Kursen angeordnet, deren Inhalt für das Sommerhalbjahr 1899 aus folgender Zusammenstellung ersichtlich ist.

I. Kurse für die beschreibenden Naturwissenschaften:

1. Übungen im Ausstopfen von Säugetieren und Vögeln, wöchentlich einmal 2 St.
2. Übungen im Präparieren und Skelettieren, wöchentlich einmal 2 St.
3. Naturwissenschaftliche Excursionen, nebst anschließenden Demonstrationen im botanischen Institut der Universität, wöchentlich einmal.

In Aussicht genommen sind ferner für den Winter 1899/1900 Übungen im Gebrauch des Mikroskops, Anleitung zur Darstellung pflanzenphysiologischer Experimente, Übungen im botanischen, zoologischen und geographischen Zeichnen.

II. Kurse für Chemie und Physik:

1. Ein praktischer Kursus in der Chemie. Die Teilnehmer werden angeleitet, die für den ersten chemischen Unterricht erforderlichen Apparate selbst herzustellen und aufzubauen, sowie sich die erforderliche Übung im Gebrauch der Apparate und in der Anstellung der wichtigsten Schulexperimente zu verschaffen. Damit verbunden sind z. B. folgende Übungen: Behandlung von Glas, Porzellan, Kork, Kautschuk, Metall, Zusammenstellung von Apparaten für die Entwicklung von Gasen, Durchführung der Experimente mit diesen Apparaten zur Demonstration der Eigenschaften, Anwendung der Elektrizität im chemischen Unterricht, Anwendung comprimierter fester und flüssiger Gase. Wöchentlich einmal 3 St.
2. Technische Excursionen zur Einführung in die heutige Technik. Zunächst sollen berücksichtigt werden: Glas, Porzellan, Fayence, Schwefelsäure, Leuchtgas und die damit zusammenhängenden Industrien. Vor jeder Excursion wird eine Vorlesung über den betreffenden Industriezweig abgehalten.
3. Demonstration physikalischer Unterrichtsapparate. Es soll zunächst die zweckmäßige Einrichtung eines physikalischen Lehr- und Apparatzimmers, dann die zweckmäßige Auswahl der Apparate besprochen werden. Im Anschluß hieran werden die Hauptapparate für die einzelnen Zweige der Physik vorgeführt und ihre Handhabung gezeigt. Wöchentlich einmal 2 St.

Für das Winterhalbjahr 1899/1900 waren in Aussicht genommen: Systematische Übungen in physikalischen Schulexperimenten; praktische Übungen in der Erwerbung manueller Fertigkeiten (Arbeiten an der Drehbank, Schraubstock u. s. w.) unter Leitung eines Fachmechanikers; Vorlesungen über die Methodik des Experiments. —

Von den für den Winter in Aussicht genommenen Veranstaltungen mußten die Übungen in der Erwerbung manueller Fertigkeiten (Arbeiten an der Drehbank und am Schraubstock) schon deshalb in Fortfall kommen, weil ein geeignetes Lokal nicht zur Verfügung stand, und auch die Kosten für Beschaffung der erforderlichen Gerätschaften sehr bedeutend gewesen wären. Erst wenn die praktischen Übungen überhaupt fester gegründet sind, wird man an diese Erweiterung denken können, für die dann auch die geeigneten Mittel zur Verfügung gestellt werden müßten⁵⁾. Es kann auch fraglich erscheinen, ob überhaupt gleich im Anfange ein solcher Kursus nötig ist. Die Erwerbung gewisser manueller Geschicklichkeit ist für das Experimentieren unbedingt erforderlich, aber will man so weit gehen, daß man verlangt, die Lehrer sollen Reparaturen ausführen und Apparate bauen können, so muß eine gewisse Grenze gezogen werden. Zum Mechaniker soll der Lehrer nicht vorgebildet werden, aber er muß in der Behandlung der gewöhnlichen überall gebrauchten Materialien geübt sein. Dahin möchte ich rechnen:

⁵⁾ Nach ungefährem Anschlage werden sich dieselben für die erste Einrichtung auf fast 2000 M. belaufen, Honorar und Lokal nicht einbegriffen.

1. Die Behandlung von Glas (Biegen, Ausziehen, Schneiden, Feilen, Abschmelzen, Absprengen).
2. Die Behandlung von Kork (Pressen, Bohren, Dichten, Feilen, Schneiden u. s. w.).
3. Die Behandlung von Kautschuk (Pressen, Bohren, Mittel zur Conservierung, gegen Erhärtung u. s. w.).
4. Die Behandlung von Metallen (Feilen, Löten, Reinigen, mechanisch und chemisch, Feilen u. s. w.).
5. Die Mittel zum Reinigen und Trocknen von Gefäßen (Gebrauch der Säuren, Alkalien, der verschiedenen Pulver u. s. w.).
6. Das Kitten, Leimen, Kleben.

Die angeführten notwendigsten manuellen Fertigkeiten lernen sich am besten bei der Anfertigung der Apparate selbst. Ich erinnere mich noch deutlich, wie ich, nachdem ich schon in den gewöhnlichen analytischen Arbeiten geübt war, in einem anderen Laboratorium mit Herstellung der Apparate beauftragt wurde, und durch Herstellung ganz einfacher Apparate, Spritzflaschen, Gasentbindungsflaschen und complizierterer Apparate zur Herstellung von Chlorkohlenoxyd, und bei den Manipulationen, die notwendig waren zur Herstellung organischer Präparate, bei den damals einfachen Hilfsmitteln alle die erforderlichen Handgriffe und die Behandlung der Materialien erlangt habe, und dieser Weg ist auch jetzt noch bei den Bedingungen, unter denen die Kurse stattfinden, derjenige, der am leichtesten zum Ziele führen wird. Natürlich müssen vor Beginn der Übungen in einigen Vorlesungen praktisch durch den Leiter der Kurse allen Teilnehmern die hauptsächlichsten Manipulationen gezeigt und die erforderlichen Fingerzeige gegeben werden. Die Zusammensetzung eines vollständigen Apparates für Luftanalyse, für Wasserstoffdarstellung u. s. w., der sich die Ausführung der Versuche anschließt, führt für die Aneignung der Geschicklichkeit in der Behandlung von Glas und Kork weiter als Übungen, die nur diesen Zweck verfolgen.

Dem physikalischen Unterricht werden diese für die Chemie unbedingt notwendigen Fertigkeiten auch zu statten kommen, ist doch die Wärmelehre, die Hydromechanik, ein großer Teil der Aëromechanik mit ganz einfachen Apparaten zu demonstrieren, die man sich selbst anfertigen kann oder muß, da die käuflichen unzweckmäßig oder zu teuer sind. Sind die nötigen Werkzeuge vorhanden, so wird man übrigens nach Weinhold, Frick-Lehmann und anderen Experimentierbüchern sich üben können, sowie man die Bezugsquellen für alle die Kleinigkeiten, die zum Experimentieren gebraucht werden, kennt⁶⁾.

Was die Übungen selbst anbetrifft, so wurde zunächst der Weg eingeschlagen, daß aus der Zahl der Praktikanten, deren Zahl, wenn nur ein Leiter vorhanden ist, nicht 12—15 übersteigen darf, bestimmte Gruppen gebildet werden, die sich zur Zusammenarbeit für den Kursus verpflichten. Die Zahl der Teilnehmer an jeder Gruppe kann drei betragen, so daß fünf Gruppen das Maximum darstellen. Sehr häufig

⁶⁾ Die Mechaniker könnten sich ein Verdienst erwerben, wenn sie die nötigen Utensilien und Werkzeuge beschafften und man sie jederzeit von ihnen beziehen könnte. Beschaffung von Lacken, Lot, LötKolben und zweckmäßigen Feilen u. s. w. macht oft viele Umstände und erfordert Zeitaufwand. Auch würde die Einrichtung einer Reparaturwerkstatt, die, gleichviel von welcher Firma die Apparate und Utensilien stammen, bereitwillig die erforderlichen kleinen Reparaturen, die Instandsetzung nicht funktionierender Apparate u. dergl. übernimmt, für die einzelnen sich abonnierenden Lehranstalten eine Erleichterung des experimentellen Unterrichts bringen.

hatten sich auch Hospitanten gemeldet, das heißt solche, die nur zuzusehen wünschten und die die Übungen selbst nicht mitmachten, wohl aber durch den Lehrenden bei den Besprechungen mit herangezogen wurden. Jeder Praktikant verpflichtet sich auch, ein schriftliches Protokoll (siehe unten) einzureichen. Der praktischen Selbstarbeit geht eine Vorlesung voraus, in der neben der Darlegung der Ziele und Methoden der Kurse die allgemeinen Manipulationen vorgeführt und die äußeren Einrichtungen getroffen werden; auch erfolgt die Bekanntmachung mit dem Experimentierraum und der Stelle, wo die allgemeinen Utensilien (Werkzeuge, Glas, Kork u. s. w.) zu finden sind, die in Ordnung zu halten jeder Praktikant übernimmt.

Das Protokoll wird nun seitens der Teilnehmer eingeschickt; von jeder Gruppe übernimmt einer das Hauptprotokoll, das an dem Übungstage zu grunde gelegt wird und auch dem Lehrer zur Vorbereitung für die Durchführung der gewünschten Experimente dient. Es wird vorausgesetzt, daß die Teilnehmer die gewöhnlichen Experimentierbücher und größeren Handbücher der Physik und Chemie bei Aufstellung des Protokolls benutzt haben und Experimente, die sie für den Schulunterricht für geeignet halten, hinzufügen. Auch empfiehlt es sich, daß die Teilnehmer im Anhang beim Protokoll die Beziehungen zur Technik und Praxis überhaupt, sowie sonstige Hilfsmittel (Tafeln, Zeichnungen u. s. w.), die sich verwenden ließen, hinzufügen. Der Leiter muß die Protokolle einige Tage vor dem Arbeitstage erhalten; er scheidet die Experimente aus, welche unzweckmäÙig sind oder sich mit den vorhandenen Mitteln nicht ausführen lassen oder für den Schulunterricht als überflüssig erscheinen, fügt dagegen diejenigen hinzu, welche seiner Ansicht nach notwendig und durchführbar sind, sich in den Protokollen aber nicht finden, und ebenso solche, die als Erweiterungs- und Repetitionsexperimente verwendbar und aus der eigenen Erfahrung von ihm als zweckmäÙig befunden sind. Die Experimente, welche nur auf den Effekt hinauslaufen oder über den Rahmen der Schule hinausgehen, sind ausgeschlossen. Gerade in letzterem Punkte droht dem jetzigen exakten Unterricht eine große Gefahr. Wenn auf der Unterstufe aus allen Gebieten Versuche mit komplizierten Apparaten vorgeführt, wenn Gegenstände, die der Schüler noch gar nicht verstehen kann (absolutes Maßsystem, Wechsel- und Drehstrom, Raoultsches Gesetz u. s. w.), erörtert werden, entstehen für die Ausbildung des Schülers bedenkliche Gefahren. Er glaubt mit den neuesten Forschungen der Wissenschaft bekannt zu sein und verliert das Interesse für eine wirkliche Durchbildung, zeigt auch auf der Universität dann leicht die Blasiertheit, worüber die naturwissenschaftlichen Dozenten oft geklagt haben. Freilich trifft das namentlich Schüler, die, wie es jetzt so vielfach geschieht, aus der Sekunda die Schule verlassen, um am Polytechnikum zu studieren; die Vorkenntnisse, die sie dann haben, sind unzureichend, und die Hochschulen thäten bei dem großen Andrang gut, sich solche Elemente fernzuhalten.

Der Leiter der Kurse hat nun für die Durchführung der Experimente Sorge zu tragen, dazu bedarf es einer Vorbereitung, die fast mehr Zeit in Anspruch nimmt als die Versuche selbst. Es werden sämtliche Erfordernisse zur Durchführung der Experimente neben den Arbeitsplätzen zusammengestellt; falls fertige Apparate notwendig sind, wie vielfach in der Physik, diese, in den meisten Fällen aber nur die Utensilien, welche zum Bau der Apparate und zur Anstellung der Versuche gebraucht werden. In manchen Fällen wird auch ein Apparat, der noch gebaut werden soll, als Muster aufgestellt, in anderen sind nicht im Protokoll erwähnte Anordnungen zweckmäÙiger, die der Leiter dann kurz durch Zeichnung angedeutet hat. Die sogenannten allgemeinen Gebrauchsgegenstände (Korke, Glassachen, Schläuche etc.), muß

der Praktikant sich aus dem allgemeinen Depositorium, soweit sie sich nicht auf seinem Platze finden, auswählen. Zum allgemeinen Depositorium gehören noch Lehrbücher, Experimentierbücher und Zahlentabellen, da der Kursus gleichzeitig eine Repe-tition der betreffenden Teile der Wissenschaften fordert und der Leiter sich nicht blofs über die Experimente selbst, sondern auch über neue Thatsachen, die betreffs der einzelnen Punkte gefunden sind, unterhält oder alte hervorhebt, die für den Unter-richt erforderlich, nicht durch die ausgeführten Experimente nachgewiesen werden, so dafs sich die Unterweisung zu einem Colloquium gestaltet.

Die Praktikanten bauen sich dann ihre Apparate zusammen oder ordnen die-selben und führen die Experimente durch, wie es im Unterrichte geschehen würde; dafs dabei mehr Versuche, als in der Klasse notwendig sind, zur Erledigung kommen, ist natürlich.

Da der Praktikant alles, was für die Behandlung des Gegenstandes erforderlich ist, vorfindet, so erhält er ein vollständiges Bild des Unterrichts selbst, auch wird Veranlassung genug sein, schematische Zeichnungen zu üben, die jeder Lehrer im-stande sein muß, zu entwerfen.

Sehr zweckmäfsig ist, wenn sich die Praktikanten Notizen über die verschie-denen ihnen mitgeteilten Handgriffe, Ergänzungen, neue Wahrnehmungen u. s. w. machen und so ihre eignen Protokolle, die sie zurückerhalten haben, vervollständigen. Werden diese sorgfältig geführt, so können sie als Grundlage für das spätere Unterrichtsheft dienen, in dem sich der Lehrer in jedem Jahre das zu Verbessern- oder neu Hinzukommende ergänzt. Diese Unterrichtshefte, die ich Jahrzehnte lang durchgeführt habe, geben dann stets neue Anregung und neue Wege, man kann das früher angewandte Experiment durch bessere ersetzen und so den Unterricht stetig vervollkommen. —

Man könnte für den physikalischen Experimentierkursus noch einen ganz anderen Weg gehen. Von verschiedenen Seiten sind Muster und Normal- (Standard-)sammlungen vorgeschlagen (*d. Ztschr. IX 175*). Man könnte nun eine solche Sammlung bei den Übungen zu Grunde legen; diese Methode entspricht aber den Aufgaben der naturwissenschaftlichen Lehrerbildung nicht, denn dazu gehört vor allem die Beherr-schung des Experiments, nicht die mechanische Erlernung der Handhabung einiger Apparate. Selbst bei den Lehrern unserer Gemeinde- und Volksschulen habe ich gefunden, dafs die erstere Methode, natürlich auf elementarer Grundlage aufgebaut weit besser zum Ziele führt, weil sie anregender wirkt als der zweite Weg, bei dem nur Übungen mit den in hiesigen Gemeindeschulen vorhandenen Apparaten ange-stellt wurden. Dazu kommt noch, dafs derjenige, der nach der ersten Methode die Übungen durchführt, die Handhabung jener Standard-Sammlungen mit erlernt hat.

Um in möglichst kurzer Zeit möglichst viel Stoff zur Bewältigung zu bringen, wurden aus der Physik von den verschiedenen Gruppen verschiedene Teile bearbeitet. Für ein Wintersemester lassen sich z. B. Elektrizität, Wärme und einige Teile der Molekularphysik, für ein zweites Halbjahr Optik, Akustik, Mechanik und Molekular-physik bewältigen und zwar so, dafs jede Gruppe zuerst einen besonderen Haupt-abschnitt durchexperimentiert und die Gruppen dann mit den Abschnitten wechseln. Es ist dies schon deshalb notwendig, weil die Schulsammlungen — und es genügt, die Kurse zunächst bestimmten Schulen anzuschliesen, die Übertragung auf ein beson-deres Institut würde dann nicht schwierig sein — die Apparate meist nur einmal haben und es ausgeschlossen ist, für diese z. B. ca. fünf Elektrisiermaschinen, Luft-pumpen etc. zu beschaffen. In der Chemie, wo fertige Apparate weniger in Betracht

kommen, ließen sich schon eher dieselben Versuche bei allen Gruppen gleichzeitig durchführen, aber auch hier ist der Wechsel vorzuziehen, schon weil die Praktikanten doch bei den Kursen auch an Arbeiten der anderen Gruppen Anteil nehmen und aus den dort gemachten Erfahrungen Vorteil ziehen.

Die vom Staate eingerichteten Ferienkurse vermögen Veranstaltungen für allgemeine experimentelle Vorbildung nicht in sich aufzunehmen. Dazu ist die kurz bemessene Zeit nicht ausreichend und andere Zwecke des Kursus würden darunter leiden. Man kann Übungen, die ein bestimmtes enges Gebiet umfassen, wie praktische elektrische Messungen veranstalten, wie es in Frankfurt am Main geschieht, aber die Vorbildung zum Experiment nicht geben. Die Experimente der ganzen Physik und Chemie, soweit sie im Schulunterricht in Betracht kommen sind viel zu zahlreich um in kurzer Zeit bewältigt zu werden. Deshalb begnügt man sich bei den Ferienkursen mit Vorführung einzelner Gruppen von Schulexperimenten, mit der methodischen Darstellung derselben, mit dem Hinweis auf neue Anordnungen und unterstützt dies gelegentlich durch Ausstellungen innerhalb eines engen Rahmens, die dem Lehrer mehr zu bieten vermögen als die großen Schaustellungen. Die in den großen Ferien stattfindenden Kurse in Jena, Greifswald u. s. w. verfolgen andere Zwecke als die staatlichen, die wesentlich dem Bedürfnis des Lehrerstandes der höheren Schulen angepaßt sind.

Es mögen nun einige Beispiele aus der Physik und Chemie folgen. Das ganze Gebiet der Physik wird in die Abschnitte Mechanik, Molekularphysik, Akustik, Optik, Calorik und Elektrik (einschließlich Magnetik) geteilt; diese großen Abschnitte werden in zwei Halbjahren durchgearbeitet in der Weise, wie oben dargelegt ist. Für die Chemie dient als Grundlage die Chemie der sogenannten Metalloide. Wenn man mit den einleitenden, die allgemeinen Begriffe (chemische Verbindung, Gemisch, multiple Proportionen) erläuternden Versuchen bekannt geworden ist, folgen die Versuche, den einzelnen Elementen und ihren Verbindungen nach gruppiert: Sauerstoff, Wasserstoff, Wasser, Stickstoff, Luft, Ammoniak, Sauerstoffverbindungen des Stickstoffs, Schwefel, Schwefelwasserstoff, Schwefeldioxyd, Schwefelsäure—, Chlor—, Brom—, Jod—, die Wasserstoffverbindungen der Halogene; ihre Sauerstoffverbindungen, Fluor und seine Verbindungen, Bor und seine Verbindungen, Kiesel und Kieselsäure, Kohlenstoff. — Kohlensäure, Kohlendroxyd — Phosphor und seine Verbindungen mit Wasserstoff und Sauerstoff — Arsen und Antimon nebst ihren wichtigsten Verbindungen⁷⁾.

Auch für die Chemie der Metalle würden diese Übungen, zweckmäÙig angeordnet und durchgeführt, ausreichen. Die meisten Experimente bestehen hier in Reaktionen die sich leicht durchführen lassen. Wo besondere Apparate aufzubauen sind, lassen sich dieselben leicht nach den übrigen zusammenstellen, abgesehen davon, daß naturgemäß eine ganze Reihe von Versuchen schon bei den Metalloiden angestellt ist, die bei der Chemie der Metalle wieder benutzt werden können: Reduktion von Eisenoxyd (pyrophorisches Eisen), Oxydation durch Wasserdampf unter Freiwerden von Wasserstoff, Reduktion von Kupferoxyd, Oxydation des Kupfers. Nur besondere Übungen in der elektrolytischen Darstellung oder in der Anwendung des elektrischen Stromes in der Chemie und einige thermochemische Versuche müÙten bei den Metallen hinzugefügt werden. Die organische Chemie, die in systematischer Behandlung an den Schulen nicht mehr gelehrt werden soll, bietet an schwierigen Experi-

⁷⁾ Die Striche geben an, daß die Experimente betreffend die genannten Körper je einen Experimentiernachmittag in Anspruch nehmen.

menten nur wenig, was für den Schulunterricht verwendbar wäre; aber auch hier wird schon vieles den ersten Übungen anzuschließen sein, so die Darstellung von Athylen und Methan dem Kohlenstoff, die des Cyan und der Blausäure den Versuchen mit *Cl*, *B*, *J*; auch empfiehlt es sich die wichtigsten organischen Körper an technologische Prozesse (Leuchtgasfabrikation, Alkoholfabrikation) anzuschließen. Die erforderlichen Versuche, soweit sie in der Schule vorkommen können, bieten dann keine besondere Schwierigkeit.

Analytische Übungen sollen in diesen Experimentierkursen gar nicht angestellt werden, dafür bieten Universität und technische Hochschule Gelegenheit genug. Darstellung reiner Präparate ist ebenfalls nicht Zweck derselben, während Darstellung der Salze inklusive der Krystallisation eingeschlossen ist. Hierfür werden die Übungen in der Metallchemie dienen.

Das Bedürfnis des Unterrichts bleibt bei allem die erste Norm. Wenn man bei 2—3 wöchentlichen Arbeitsstunden die Übungen ein Jahr fortsetzt, wird man den chemischen Stoff bewältigen können, während für die physikalischen Übungen ein längerer Zeitraum erforderlich ist.

Jedes Gebiet der Physik ist nun wiederum in Abschnitte geteilt, die, in sich geschlossen, genügenden experimentellen Stoff darbieten. Solche Themata, die den Praktikanten gegeben werden, mögen hier angeführt werden.

Abschnitte aus der Akustik: I. Allgemeines über Schwingungen. — Wasserwellen, Seilwellen, stehende Wellen, Wellenapparate (stroboskopische Cylinder, Machsche Apparat u. s. w.) Wellenzeichnungen. — Versuche über Elastizität. — II. Schwingende Saiten, Stäbe und Platten. — III. Tönende Pfeifen (Lippen-, Zungenpfeifen, Schwebungen u. s. f.). — IV. Resonanz; resonierend tönende Flammen, Resonatoren. — Fortpflanzung des Schalls in der Luft, in verschiedenen Medien.

Mechanik der festen Körper: I. Allgemeine Einleitung in die Physik; grundlegende Anfangsversuche, Maß, Messen, Wägen. — II. Versuche über Beharrung, Bewegung, Beschleunigung und verzögerte Bewegung, Fallmaschinen, Fall auf der schiefen Ebene. — III. Die schiefe Ebene; Reibungscoefficienten; Keil, Schraube. — IV. Hebel; Schwerpunkt. — V. Einfache und zusammengesetzte Maschinen; Uhr etc. — VI. Rotations- und Pendelversuche; Trägheitsmoment.

Hydromechanik: I. Druck der Flüssigkeiten und communicierende Gefäße. — II. Ausfluß und Bewegung der Flüssigkeiten. — III. Das archimedische Prinzip und das spezifische Gewicht.

Aëromechanik: I. Schwere, Druck der Gase; Luftdruck; Barometer, Manometer; Mariottesches Gesetz. — II. Die sogenannten Anwendungen des Luftdrucks, welche auf Ungleichmäßigkeit des Druckes beruhen (Saugen etc.) — III. Die Luftverdünnungs- und Verdichtungspumpe. — IV. Luftballon. — V. Aëro- und hydrodynamische Versuche; Ansaugphänomen; Anwendungen.

Calorik: I. Ausdehnung der festen Körper durch die Wärme. — II. Ausdehnung der flüssigen Körper; Thermometrie. — III. Ausdehnung der Gase; Thermometrie. — IV. Schmelzen, Erstarren, Lösen; Kältemischungen. — V. Verdunsten, Verdampfen, Sieden; Spannungsbestimmungen. — VI. Condensieren; Versuche mit comprimierten Gasen. — VII. Meteorologische Versuche (Hygrometer); spezifische Wärme, Calorimetrie. — VIII. Leitung und Strahlung. — IX. Thermochemische Versuche; Anwendung gespannter Gase und Dämpfe.

In ähnlicher Weise ist nun die Stoffverteilung für Molekularphysik, Optik, Elektrik durchgeführt. In übersichtlicher Anordnung sind sämtliche Teile disponiert und gruppiert. Vielfach ist dabei die Methode zugrunde gelegt, welche ich in den letzten Vorlesungen für die Teilnehmer des staatlichen Experimentierkursus dargelegt habe, nämlich zuerst eine Übersicht über das ganze Gebiet an der Hand einfacher und schlagender Experimente zu geben, wobei die einzelnen Themata z. T. die Glieder dieser Dispositionen bilden. Ebenso ist bei der Durchführung der einzelnen Experimente Gewicht darauf zu legen, daß die Experimente in einer ge-

wissen Gruppierung erfolgen, wie oben angedeutet wurde. Dies geschieht in den meisten Lehrbüchern nicht. Manche machen gar keine Angaben über Experimente, ein Verfahren, das, wenn die Lehrbücher für die Schüler bestimmt sind, nicht zu billigen ist; der Schüler soll gerade einen Anhaltspunkt für das Gesehene, für das am Experiment dargestellte und induktiv abgeleitete Gesetz haben. In anderen Büchern sind die Experimente nur ganz aphoristisch ohne Ordnung angedeutet.

Man macht aber beim Unterricht die Erfahrung, daß es zweckmäßig ist, die Experimente so zusammenzufassen, daß die einheitliche Erklärung sofort hervortritt wie in nachstehendem Beispiel der Luftpumpenexperimente:

- I. Experimente, die aus einseitig überwiegendem Druck sich erklären resp. vermindertem Druck beruhen, mechanische Wirkungen. Anhaften des Rezipienten, Quecksilberregen, Eindrücken der Blase, von Glas, der Kautschukmembran, der hydrostatische Springbrunnen u. s. f. Manometer, abgekürzte Barometer u. s. f.
- II. Versuche, die sich aus dem Mariotteschen Gesetz erklären.
Aufblähen der Blase, der runzligen Äpfel, Ausdehnen der Luft, die in einem Gläschen über Wasser abgesperrt ist; Heronsball, Überströmen des Wassers aus geschlossenen Gefäßen; kartesianischer Taucher u. s. w.
- III. Versuche, die auf der verminderten Spannung der Luft beruhen.
Moussieren, Schäumen, Verlampfen u. s. f.

Mafsgebend für alle Experimente ist aber immer wieder, daß sie unmittelbar im Unterricht verwertbar sind, daß sie sich mit einfachen Apparaten durchführen lassen und in der Weise ausgewählt sind, daß alle Teile der Physik gleichmäßig zu ihrem Rechte kommen. Wenn man sieht, wie jetzt das Interesse für die Elektrizität in dem Schulunterricht sich so einseitig zu bethätigen sucht, daß ganze Teile der Physik, wie Wärme, Molekularphysik, kaum noch berührt werden, so sollen die Experimente auf diesen Gebieten eben auch dem Lehrer zeigen, wie diese Abschnitte sich fruchtbar machen lassen, denn das Hauptziel des physikalischen Unterrichts bleibt die allgemeine Durchbildung. Freilich werden gerade für diese Gebiete die Experimente deshalb so wenig angewandt, weil der Lehrer sie unmittelbar immer wieder vorbereiten muß und sich nicht auf fertige Apparate verlassen kann.

Die Durchführung des Protokolls geschieht nun folgendermaßen. An der Spitze werden übersichtlich diejenigen Apparate und Utensilien vermerkt, welche der Praktikant für den betreffenden Tag zu haben wünscht. Dann folgen in kurzer aphoristischer Darstellung die einzelnen Versuche, welchen eine schematische Zeichnung hinzugefügt wird, wenn der Verf. den Versuch sich ausgedacht hat oder sonst die Beschreibung eine solche erfordert. Den Schluß des Protokolls bilden die sonstigen Anschauungsmittel und die Angaben über industrielle Beziehungen. Letzteren können verschiedene Versuche angereicht sein, welche dieselben erläutern sollen. Die Protokolle werden rechtzeitig eingesandt und vom Leiter durchgesehen resp. ergänzt. Die Aufstellung der Apparate und Utensilien geschieht dem Protokoll gemäß vor Beginn der Übungen, so daß die Praktikanten sofort ihre Versuche beginnen können. Während der Übungen werden die einzelnen Beobachtungen und Notizen dem Protokoll hinzugefügt, auch werden wie in der Klasse Messungen instruktiver Natur vorgenommen. Die Arbeitslast ist also für Praktikanten und Leiter keine ganz kleine. Es mag hier ein Protokoll, wie es eingereicht wurde, gegeben werden. Dabei sind die Zeichnungen u. s. w. fortgelassen. Die Materialien und Apparate waren den einzelnen Versuchen beigegeben.

Thema: Druck der Flüssigkeiten.

Apparate: Standcylinder mit Durchbohrungen für Einfügung von Ansatzrohren; Kork- oder Gummipropfen; Glasröhren, Gummischläuche. Ein größerer Standcylinder; pneumatische Wanne; Maßstab (vertikal); Quecksilber, Alkohol, Indigolösung.

1. Fortpflanzung des Drucks in Flüssigkeiten. Demonstration des seitlichen, nach oben aufwärts, unten abwärts gerichteten Druckes mit gebogenen Glasröhren (Indikator, Indigolösung). Selbst anzufertigen.
2. Abhängigkeit des Druckes von der Tiefe. Gleich hohes Hinaufpressen der Flüssigkeit bei verschiedenen weiten Röhren.

Verbindung mehrerer (3) Cylinder, Abschlufs mit Quetschhähnen. — Füllen der cartesianischen Taucher, diese und oben zugeschmolzene kurze Glasröhrchen, durch eine dünne Korkplatte gesteckt, dienen als Schwimmer; Schliefsen der gefüllten Gefäße mit undurchbohrten und durchbohrten, mit Röhren versehenen Kautschukpfropfen; Steigen und Sinken der Schwimmer. — Ein Cylinder wird mit abgeschliffener Glasplatte bedeckt, die mit Gewichten belastet ist; Heben der Platte durch den Druck; Herauspressen eines Korkes; Vermehrung des Druckes durch schwache Vermehrung des Luftdruckes wird durch die Indikatoren angegeben. (Die anzustellenden Versuche werden hier nicht vollständig aufgezählt.)

Versuche mit durchlöcherter Gummiballon. Versuch mit einem Cylinder, der oberhalb des Bodens drei Durchbohrungen hat, die mit Ausflufsrohren mit engen Öffnungen versehen sind. Aus dem mit Wasser gefüllten, durch Gummipropf geschlossenen Cylinder strömt kein Wasser heraus; bei Anbringung eines Druckes springen die Strahlen aus allen drei Öffnungen gleich weit. (Selbst anzufertigen.)

Fertige Apparate: Anatomischer Hëber, hydraulischer Blasebalg, hydraulische Pressen.

Versuche damit. Verschiedene Formen des Apparates werden durch Zeichnung oder Modelle anschaulich gemacht.

Beispiele für industrielle Verwendung der Presse, nach bestimmten Kategorien geordnet.

3. Erörterung der Druckrichtungen. Bodendruck. Abhängigkeit der Gesamtgröße von dem Inhalt der Bodenfläche, spezifischen Gewichte der Flüssigkeit und Niveauhöhe.

Haldatscher, Pascalscher Apparat, verschiedene Konstruktionen, methodische Verwendung; Messungen.

4. Entsprechend wird der Seitendruck durch besonderen Apparat und der Aufdruck und Auftrieb (Cylinder mit Platte) demonstriert und gemessen, das letztere bei verschiedenen Flüssigkeiten. Er kann nicht hervortreten am Boden der Flüssigkeit; Anpressen von Korkscheiben auf den Boden in mit Quecksilber gefüllten Glasgefäßen.

Eine Fülle von Nebenversuchen lassen sich noch anführen, die nahe liegen und leicht zu finden sind, ebenso wie die praktischen Anwendungen der Druckgesetze. Aus den Druckgesetzen ergeben sich die übrigen Teile der Hydromechanik, soweit sie für den Unterricht in Betracht kommen, von selbst.

Das Gesetz der kommunizierenden Gefäße und die Anwendungen desselben durch eine Versuchsdisposition darzulegen, würde den für diese Mitteilung zur Verfügung stehenden Raum weit überschreiten.

Bei diesen Übungen wurde also vor allem darauf geachtet, daß möglichst viel Apparate von den Praktikanten selbst hergestellt wurden und daß die Entwürfe auch zur Verwertung im Unterricht geeignet waren. Ergänzungen und Auswahl werden dabei stattfinden müssen, doch bilden sie immerhin die Grundlage, die im Zusammenhang mit der wissenschaftlichen Weiterarbeit auf Grund guter Journale, umfangreicherer und eingehender Handbücher und Lexika sich erweitern und benutzen läßt. Auch wird mancher selbst zur Ausbildung von Experimenten gelangen und vielleicht zweckmäßiger Versuche finden als die bisher vorgeschlagenen, so daß die Vorbereitung auf den experimentellen Unterricht dem Lehrenden immer wieder eine Quelle des Nachdenkens und der Freude wird.

Die Übungen an fertigen Apparaten sollen zwar nicht zurücktreten, denn auch die Handhabung dieser erfordert Vorübung. Piezometer, Luftpumpen und Elektrisier-

maschinen haben häufig genug als Versuchsobjekte dienen müssen, wenn sie von jemand gebraucht wurden, der noch nie in der Lage war, sich mit dem Experiment bekannt zu machen, und manche Reparatur wird weniger erforderlich, wenn von vornherein die Behandlung der Apparate schon praktisch geübt ist. Diese Übungen in Mechanikerwerkstätten zu verlegen, verbietet von vornherein die Idee der Einrichtung: die Kurse sollen für den Unterricht vorbereiten, nicht der Ausbildung zum Mechaniker dienen.

Es ist natürlich, daß die Einzelprotokolle sehr verschieden ausfallen werden, und der Einzelne je nach Zeit, Kenntnissen und Persönlichkeit ausführliches oder wenig ausgeführtes Material übergeben wird, wodurch aber Nachteile für die Methode nicht entstanden sind. Die Form von Frageprotokollen hat sich dagegen als ganz ungeeignet und für den Leiter als sehr mühsam erwiesen. Sie bestand darin, daß der Praktikant über das ihm gegebene Thema eine Reihe kurzer Fragen einreichte und der Leiter die zur Beantwortung erforderlichen Apparate und Gerätschaften vorbereitete⁸⁾. Einmal wurden Fragen gestellt, die mit einfachen Experimenten nicht zu beantworten waren, dann aber entsprachen die Vorbereitungen nicht den Versuchen, die der Arbeitende im Sinne hatte, so daß das Arbeiten sehr erschwert war. Unter den Fragen fanden sich auch kurze Bezeichnungen der gewünschten Apparate und Übungsfragen, die der Experimentierende selbst an sich richtete, oder auch beantwortet zu haben wünschte.

Für die chemischen Übungen mag gleichfalls ein Beispiel gegeben werden. Die Themata ergeben sich aus der allgemeinen Einteilung von selbst. Überhaupt ist die Betrachtung bei den chemischen Versuchen von vornherein disponiert: Vorkommen, Darstellung, physikalische Eigenschaften, chemische Veränderungen, physiologische Wirkungen, Anwendungen (medizinische, technische, Haushaltungsverwendung) sind wohl überall die Hauptteile, die experimentell darzustellen sind.

Als Beispiel möge das Chlor dienen.

Die sicherste Methode, alle Kleinigkeiten und Einzelheiten zurechtzusetzen, ist für den Leiter die, daß er an der Hand der vorgeschlagenen und kontrollierten Experimente und der Erfahrungen, die er selbst bei dem Vorbereiten des betreffenden Unterrichts gesammelt hat, die Vorbereitungen so trifft, als ob er selbst die Durchführung der Experimente vornehmen sollte. Das Chlor ist als Beispiel gewählt, weil das Experimentieren mit Chlor vielfach in Verruf gekommen ist dadurch, daß die Experimente nicht sachgemäß durchgeführt, und Unannehmlichkeiten entstanden sind. Das Hinstellen der erforderlichen Präparate ist deshalb notwendig, weil das Erkennen derselben gefordert werden muß; ist es doch vorgekommen, daß Braunstein und Schwefelantimon verwechselt worden und aus mißglückten Versuchen (es war Schwefelantimon mit chlorsaurem Kali gemischt und erhitzt) die Behörde Anlaß genommen hatte, gegen den Lehrer anstatt zunächst gegen den Lieferanten Vorwürfe zu erheben. (Der Aufbau der Apparate und die Handgriffe bei der Ausführung der Experimente werden hier nicht weiter angeführt.)

Erfordernisse: Mineralien der Braunstein-Gruppe, Steinsalz und Abraumsalze. — Tafeln: Chlordarstellung im Großen, Gradierwerk, Salzgarten, Durchschnitt durch das Stafsfurter Lager. — Präparate: Chlornatrium, Braunstein, Schwefelsäure, Salzsäure, Kaliumchlorat, Chlorkalk. — Antimon

⁸⁾ Beispiel: Ingenhouffscher Apparat. — Nächst Silber leitet am besten? — Gut leitende Metalle? — Leitungsfähigkeit für Elektrizität? — Wovon hängt sie ab? — Im flüssigen Zustande leiten die Metalle besser oder schlechter? — Stromgesetz, Nachweis desselben, Strommessungsapparat? — Nachweis des Ohmschen Gesetzes u. s. w.

und Arsen, echtes, unechtes Goldblatt, Zink, Eisen, Terpentinöl. — Apparate: Wasserstoffapparat; pneumatische Wanne, Gasometer. — Utensilien: Kolben, Waschflaschen, Kochflasche, Cylinder, Glasplatten, Glasröhren, Draht, Kerze, Entbindungsflaschen.

Versuche: 1. Darstellung des Chlors aus Braunstein, Kochsalz und Schwefelsäure. — 2. Darstellung aus Salzsäure und Braunstein. — 3. Darstellung nach dem Deaconschen Verfahren. — 4. Darstellung durch Elektrolyse.

Auffangen des Chlores: Über Salzwasser oder heißem Wasser; durch Verdrängung. Füllen einer Anzahl Kolben, um die Versuche hintereinander durchführen zu können; Füllen des Gasometers. Mittel gegen die Belästigungen durch Chlor. Darstellung von Chlorwasser. Darstellung von Chlorkalk. Darstellung von chloresurem Kali und unterchlorigsaurem Kali.

Demonstration der physikalischen Eigenschaften: Das hohe spezifische Gewicht, Farbe, Löslichkeit (Chlorhydrat). —

Die Anwendung von Chlorbomben für die Versuche ist nicht zu empfehlen.

Versuche zu den chemischen Eigenschaften: Zersetzung des Chlorwassers im Licht. Versuche mit Chlorknallgas; Einwirkung auf Wasserstoff. (Explodieren im Magnesiumlicht, allmähliche Vereinigung im Tageslicht; Anfertigung kleiner Chlorknallgaskugeln.) — Verbrennen von Wasserstoff in einer Chlorgas-Atmosphäre und Umkehrung der Verbrennung. — Verbrennung von Metallen im Chlor: Unechtes Blattgold, Zinkstaub, Antimonpulver, Messing, Natrium. — Verhalten der übrigen Metalle: Kupfer, Eisen, Gold. — Einwirkung von Chlor auf Schwefelwasserstoff. — Verbrennung von Terpentinöl; Rauchabscheidung. — Verbrennung von Äthylen und Acetylen mit Chlor. — Rufen der Kerzenflammen in Chlor. Chlor in Luft nicht brennbar. — Bleichen von Farbstoffen; Wolle, Seide, Tinte; Wirkung auf Indigo u. s. w. (farbige Kattune); Entfernen von Flecken auf Geweben; Bleichen im großen, Anwendung des Chlorkalks; Anwendung im Hause demonstriert; Rolle der Feuchtigkeit; Desinfektion (Schwefelwasserstoff); Versuche über Beschaffenheit des Chlorkalks (Trennung des löslichen $\text{Ca Cl}_2 \text{O}_2$); Einwirkung von Chlor auf Ammoniak und Salmiaklösung; Chlorstickstoff; gefahrlose Darstellung desselben; endotherme Verbindungen.

Hieran schliessen sich dann Angaben über die weitere technische Verwertung; über physiologische Wirkungen und über Zusammenhang der einzelnen Zweige der Chlorindustrie.

Im letzten Sommer (1899) hat Herr Prof. BÖRTGER die chemischen Übungen geleitet; die Zeit gestattete es nicht, sämtliche Übungen für alle Abteilungen durchzuführen. Für später ist in Aussicht genommen, sie am Dorotheenstädtischen Realgymnasium in erweiterter Form systematisch weiter zu führen. Den Nutzen, welchen der chemische Unterricht an Gymnasien und auch an den übrigen höheren Schulen aus solchen Kursen ziehen kann, auszuführen, ist hier nicht am Orte; wenn die Einrichtung eine stehende wird und die Lehrer diese Kurse, die allerdings auch Anforderungen an die Arbeitskraft des einzelnen stellen, benutzen, wird selbst in der kurzen Spanne Zeit, die dem chemischen Unterricht bemessen ist, etwas dem Schüler Bleibendes erreicht werden können. (Für die Versuche bieten die Handbücher, unter anderm auch die Chemie von BÖRTGER, ein Teil des Schödlerschen Buchs der Natur, reichliches Material.)

Zu diesen Übungen sollen dann noch Vorlesungen über Methodik treten, die vor allem die Bedürfnisse der Schulen berücksichtigen, während die Theorie des naturwissenschaftlichen Unterrichts zurücktritt. So wurden im letzten Halbjahr die oben (S. 322) bezeichneten Abschnitte behandelt, eine vollständige Durchführung für das ganze Gebäude der Physik war aus Mangel an Zeit nicht möglich.

In der ersten dieser Vorlesungen wurde zunächst die Idee, welche in denselben verfolgt werden sollte, kurz entwickelt. Dann folgte die Besprechung der Bedingungen für die zweckmäßige Durchführung des physikalischen Unterrichts. Einrichtung des Unterrichts- und Apparatzimmers, der Experimentiertisch, die Beleuchtung, die Lage

des Zimmers. Die Vorrichtungen im Dorotheenstädtischen Realgymnasium (elektrischer Anschluß etc.) dienten als Grundlage der Erörterungen, sie wurden praktisch gezeigt, auf anderweitige Einrichtungen wurde eingegangen.

Für den Unterricht selbst wurden die verschiedenen Demonstrationsmittel, Apparate, Modelle, Tafeln, Lehrbücher zur Erörterung gebracht. Eine Anzahl von Anleitungen zum Experimentieren wurde vorgelegt. Auf die Lehrbuchfrage, die noch einer Lösung bedarf und nur ganz ausführlich behandelt werden kann, wurde nicht eingegangen unter Hinweis auf die vom Ministerium gegründete Königl. Preufs. Auskunftsstelle für höheres Unterrichtswesen, die in der Lehrbuchfrage äußerst vorteilhaft und fördernd wirken wird, zumal sie sich auf alle Lehrmittel (ausschließlich der Apparate, Modelle u. s. w.) bezieht, also auch Tafeln, Abbildungen, Anschauungsbilder und sonst durch typographische Verfahren hergestellte Hilfsmittel mit umfaßt.

Viele Apparate müssen vom Lehrer selbst hergestellt werden und dafür, wie für die Instandhaltung und Reparatur der Apparate sind einige allgemeine Manipulationen und Utensilien erforderlich, die gezeigt und gebraucht wurden. Außer der Behandlung von Glas, Kork, Kautschuk, Metallen, namentlich Eisen und Messing, die Reinigung und das Trocknen der Gefäße von Glas und Metall, die Reinigung von Quecksilber, die Behandlung der Brenner, die Arten der Brenner (die Darstellung homogenen Lichtes, Versuche damit), die Bäder (Sand-, Wasser-, Luftbäder, Ölbäder). Für die praktische Demonstration wurden nur bestimmte einzelne Fälle gezeigt, die übrigen erwähnt. Auch kamen Versuche, die sich anstellen lassen im Anschluß an diese Manipulationen, den verschiedensten Teilen der Physik angehörend, zur Vorführung.

Es folgten dann die Modelle, die in verschiedenster Form an einzelnen Modellen erläutert wurden, Schichtenmodelle (Heißluftmaschine), bewegliche Modelle (Dynamomaschine, Gaskraftmaschine), welche namentlich da anzuwenden sind, wo der Apparat selbst nicht aus durchsichtigem Material angefertigt werden kann und die Teile sich nicht auseinandernehmen lassen. Hier schlossen sich die Tafeln an. Muster der verschiedenen am meisten verbreiteten Abbildungen wurden vorgelegt und besprochen und die methodische Verwendung derselben erörtert, wobei kurz die Anwendung des Zeichnens im Physikunterricht überhaupt berührt werden mußte. Ein weiterer Gegenstand der Vorlesungen war die Verwendung der historischen Apparate. Die Entwicklung der Elektrisiermaschine an Apparaten seit den dreißiger Jahren bis zu den neusten Maschinen (Wimshurst u. s. w.) konnte vorgeführt werden; ein alter Induktionsapparat mit der ursprünglichen Form des Wagnerschen Hammers wurde in Thätigkeit gesetzt. Dabei wurde die Verwendung des Geschichtlichen im physikalischen Unterricht erörtert.

Der Abschnitt Gebrauch der Apparate und die Apparate selbst setzte eine kurze Besprechung der sogenannten Muster-, Normal- und Standardsammlungen voraus (vgl. oben S. 325), der sich dann ein Beispiel aus der Methodik des Unterrichts anschloß: Die Disposition der Wärmelehre an besonderen Versuchen erörtert. Die Verwendung einzelner Apparate und Versuche für allgemeine Zwecke wurde bei diesem Teile der Vorlesungen, der vier Stunden in Anspruch nahm und nicht ganz beendigt werden konnte, hinzugefügt. (Verwendbarkeit des Looserschen Thermoskops, Verwendung der Indikatorpapiere, Verwendung des Alkohol- resp. Äthermanometers, Verwendung des Ätherindikators u. s. w.)

Es ist geplant, diese Vorlesungen fortzusetzen, da an denselben eine größere Zahl von Zuhörern teilnehmen kann. Da die dabei in Betracht kommenden Versuche so ausgewählt und so durchgeführt werden, daß die Reproduktion keine be-

sonderen Schwierigkeiten macht, geben diese Vorlesungen eine Ergänzung zu den eigentlichen Experimentierkursen, die leichter durchzuführen ist, als diese selbst. Auch können sie weiteren Kreisen zugänglich gemacht werden und allenfalls einen Ersatz für jene, wo sie nicht durchführbar sind, bieten.

Hierzu würden dann noch spezielle methodische Vorführungen von Gruppenexperimenten kommen, wie ich dieselben wiederholt für die Seminarkandidaten abgehalten habe. Die Kandidaten lernten dabei fast sämtliche für den bestimmten Gegenstand brauchbaren Schulversuche kennen, wobei darauf hingewiesen wurde, daß natürlich nur ein Teil für den Unterricht anzuwenden ist, da auch eine Überhäufung der Schüler mit experimentellem Material nicht vorteilhaft wirkt. An andern Stellen habe ich über die Wiederholungs- und Erweiterungsexperimente ausführlicher gesprochen. (Zu vergl. sind die Abhandlungen in dieser Zeitschrift.)

Die Ausführung von Excursionen ist ebenfalls in den Plan mit aufgenommen und z. T. schon verwirklicht. Daß hierfür ein Bedürfnis vorliegt, dafür spricht der Umstand, daß auf der Universität nur wenige in die Lage kommen, solche Excursionen mitzumachen; es spricht dafür, daß vielfach wissenschaftliche Vereinigungen für ihre Mitglieder solche Excursionen einrichten wie auch bei den Ferienkursen und ähnlichen, die Fortbildung der Lehrer anstrebenden Einrichtungen die Excursionen und Besichtigungen besonders beliebt sind. Die Excursionen sollen sich den Experimentirkursen anschließen. Sie werden in der Weise geleitet, daß zuerst in besonderer Stunde für die Teilnehmer die Darlegung der Prozesse und Apparate (an der Hand von Abbildungen) erfolgt. Dann findet die Besichtigung unter Leitung des Dozenten und der seitens der technischen Anlage beauftragten Fachleute statt. So wurden im Sommer die königl. Porzellanmanufaktur, die keramischen Fabriken in Velden (Ofenindustrie), sowie die Marienhütte bei Köpenick (Glashütte) besucht. Eine große Reihe von technischen Anlagen, bei denen die Verwertung der Naturwissenschaften recht hervortritt, liefse sich anführen (Kühlanlagen, Färberei, Eisenverhüttung und -verarbeitung, Gährungsgewerbe, Wasserwerke, Elektrizitätswerke u. s. w.); von einer systematischen Zusammenstellung mag hier abgesehen werden. Das eine liegt auf der Hand, daß diese Vorbildung in späteren Jahren nachgeholt und ergänzt werden kann und daß sie außerordentlich fördernd und anregend auf den Unterricht wirken wird, da unsere Jugend besonders lebhaftes Interesse für die vorgeführten Thatsachen zeigt, wenn sie sieht und hört, wie dieselben angewandt werden können. Der Lehrer, der mit technischen Betrieben bekannt ist, wird nicht auf den Abweg geraten, Technik, Maschinenconstruktionen u. s. w. zu lehren, aber er wird Gelegenheit haben, bei den betreffenden Teilen des Unterrichts das, was aus der Technik geeignet, zur Hebung desselben zu benutzen.

Es ist klar, daß eine solche Einrichtung nur allmählich ins Leben gerufen werden kann und nur allmählich durchzuführen ist. Wesentliche Gefahren für die Kurse bestehen darin, daß vielleicht gleich zu hoch gegriffen wird, weil man gegen das Elementare eine Art Abneigung hat, und viele glauben, die Schule müßte den neusten interessantesten Stoff sofort berücksichtigen, und die Schüler, deren Leistungskraft meist überschätzt wird, müßten mit den neusten Problemen und schwierigsten Apparaten bekannt gemacht werden; dann aber auch darin, daß man glaubt, es wäre leicht, sich in das Experiment hineinzufinden. Sind doch die Leute nicht selten, die, ohne naturwissenschaftliche Vorbildung zu haben, behaupten, das Experiment sofort beherrschen zu können. Bei diesen würde ein Versuch, sie den Beweis der Wahr-

heit antreten zu lassen, genügen, sie von der Oberflächlichkeit der Behauptung zu überführen.

Man denke nur daran, daß an den Gymnasien oft ein einziger Lehrer den ganzen physikalischen Unterricht in Händen hat, und man wird verlangen müssen, daß der Betreffende mit dem ganzen Unterricht vertraut ist, denn die Voraussetzung, daß dies alles später gelernt werden könne, trifft nicht zu; es geschieht vielfach nicht und wenn es geschieht, so ist viel mehr Zeit und Mühe aufzuwenden. Teilnehmer an den Kursen werden hauptsächlich die Seminarkandidaten und Probekandidaten für Mathematik und Naturwissenschaften sein, ferner Hilfslehrer und jüngere Lehrer; es ist aber selbstverständlich jeder Lehrer willkommen. Grade wenn ältere Lehrer mit dem Beispiele vorangehen und zeigen, wie hoch sie diese Grundlage des Unterrichts schätzen, wirken sie fördernd auf die ganze Unterrichtsentwicklung.

Noch manche Punkte ließen sich berühren, so vor allem die Kurse, welche für Elementarlehrer und für die Aspiranten zur Universitätslaufbahn abgehalten werden. Der naturwissenschaftliche Unterricht findet in jeder Schulgattung statt und daraus folgt, daß auch für jede besondere Vorrichtungen getroffen werden müßten. Die Apparate und Versuche für höhere Schulen sind vielfach nicht geeignet für die Volksschulen; fehlen doch meist die Mittel, auch nur einige Apparate zu beschaffen. Für große Städte ist dies möglich, und hier müßten auch Kurse entsprechend den oben erörterten eingeführt werden, aber für die Schulen auf dem Lande und in kleineren Städten, wo oft das Thermometer der einzige physikalische Apparat ist, müssen ganz einfache Experimente, die nicht in Spielerei ausarten dürfen, und nur geringe Mittel erfordern, bei der Vorbildung der Lehrer und den Übungen die Hauptrolle spielen.

Die Hochschulen sorgen dadurch, daß die Laboratorien vielfach noch von solchen benutzt werden, die wissenschaftliche Arbeiten durchführen, schon für hinreichenden Nachwuchs. Aber auf diese Fragen, sowie auf die Ausbildung der naturwissenschaftlichen Lehrer in anderen Kulturstaaten und die Methoden, die dort für den Unterricht eingebürgert sind und die natürlich mit der Lehrervorbildung eng zusammenhängen, näher einzugehen, scheint hier nicht am Platze. Manches, was in anderen Ländern als besonders fördernd geschildert wird, ließe sich versuchen, aber vor allem müssen unsere Anstalten bewahrt bleiben vor dem mechanischen Betreiben des Unterrichts und der ausschließlichen Berücksichtigung der Praxis und der Arbeit auf Effekt. Eine feste Grundlage naturwissenschaftlicher Kenntnis wird mehr fördern, als wenn man sich damit begnügt, ein unklares Bild von allem zu geben.

Vor allem sind Lehrer notwendig, die den Unterrichtsstoff von vornherein nicht nur theoretisch, sondern auch praktisch beherrschen. Die so oft gehörten Klagen, daß die Schüler im experimentellen Unterricht keine Experimente zu sehen bekamen, daß, wenn solche vorgeführt wurden, sie meist mißlangen, sind oft übertrieben, aber doch nicht ganz grundlos. Soll sich der junge Lehrer erst beim Unterricht die nötige Fertigkeit aneignen, so ermüdet er bei den Unterrichtsvorbereitungen bald, oder beschränkt sich auf die oft in geringem Maße vorhandenen Hilfsmittel. Unmittelbar vor der Stunde wird ein Apparat hineingebracht und dann demonstriert, und eine planmäßige Durcharbeitung des Stoffes findet nicht statt. Man sollte für die Lehrer, die naturwissenschaftlichen Unterricht erteilen, eine Stunde zur Vorbereitung frei lassen; selbst wenn man im Experimentierunterricht sehr geübt ist, bedarf jede Stunde noch der sorgfältigen Vorbereitung, die oft sogar am Tage vorher in den Apparaterraum schon getroffen sein muß, da in manchen Fällen (Chlor, Spannkraft der Dämpfe) eine Stunde nicht ausreicht. Angesichts der Klagen über Überbürdung

der Lehrer der neueren Sprachen sollte man auch an die naturwissenschaftlichen Lehrer denken, die neben den Correkturen (die an Realanstalten zu leisten sind), diese Vorbereitungen zu treffen haben. Aus Jahrzehnte langer Erfahrung heraus mit sprachlichem und exaktem Unterrichte praktisch bekannt, muß ich hier auf die Notwendigkeit einer solchen Gleichstellung der Fächer hinweisen, und wo es möglich ist, daß gleichzeitig der Neusprachler auch naturwissenschaftlichen Unterricht erteilt, wird bald das Experiment die Richtigkeit obiger Behauptung erweisen. Beide Gruppen von Lehrern können es sich bequem machen, aber alle sollen den Idealismus haben, für das Gelingen des Unterrichts keine Mühe, keine Zeit zu sparen und ihn so zu gestalten, daß er nicht bloß fachbelehrend, daß er allgemein belehrend und erziehend wirkt. Wenn die Lehrer der Naturwissenschaften so den Unterricht zur Grundlage der Bildung zu machen streben, werden die Naturwissenschaften ein unentbehrliches Bindeglied in der Gesamtbildung werden und mit deutscher Sprache und Litteratur, Geschichte und Geographie die breite Basis werden, auf der sich die Bildung aller Klassen im neuen Jahrhundert aufbaut.

Versuche zur Demonstration meteorologischer Erscheinungen.

Von

W. L. Rosenberg in St. Petersburg.

Wegen der Achsendrehung der Erde erleiden Luft- und Wasserströmungen unabhängig von ihrer Richtung auf der nördlichen Halbkugel eine Abweichung nach rechts, auf der südlichen nach links. Durch diese Abweichung wird die Richtung der Passate und Antipassate, die Entstehung der Cyklonen und Anticyklonen und die Zerstörung der rechten resp. linken Ufer der Flüsse auf der nördlichen und auf der südlichen Halbkugel erklärt.

Die Demonstrationsvorrichtung für diese Erscheinungen besteht aus einem oben offenen Glascylinder (Fig. 1) mit einem Durchmesser von beinahe 30 cm (je breiter, desto besser), der durch eine Schwungmaschine in Drehung versetzt wird. Diametral über der Öffnung des Gefäßes wird eine metallene Leiste AB angebracht, mit einem Einschnitt, worin verschiedenartige, fast bis zum Boden reichende Messingröhren befestigt werden können; auf die oberen Enden dieser Röhren werden Trichter mit Hähnen aufgeschraubt. Während der Drehung des Cylinders bleibt der Punkt p unbeweglich und entspricht dem Pol; die Geschwindigkeiten der anderen Punkte der Leiste wachsen proportional ihren Entfernungen vom Punkte p , und die größte Geschwindigkeit besitzen die Punkte des Randes, der dem Äquator entspricht. Es ist leicht zu begreifen, daß die Bewegungserscheinungen an dem rotierenden Apparate qualitativ (keineswegs aber quantitativ) dieselben sind, wie auf der Erdkugel. Von oben beobachtet entspricht die Drehung gegen den Uhrzeiger der nördlichen, die mit dem Uhrzeiger der südlichen Halbkugel. In allen beschriebenen Versuchen übt der Luftwiderstand auf die Ablenkung der Wasserstrahlen keinen Einfluß aus, da die innere Luft sich mit dem Cylinder zusammen dreht.

1. Versuch. Wie in Fig. 1 dargestellt, werden in den Apparat zwei senkrechte Röhren mit wagerechten Schenkeln mn und pq eingesetzt und die Trichter mit Wasser gefüllt; im ruhenden Apparat sind beide Wasserstrahlen parallel der Linie Ap ; während der Drehung gegen den Uhrzeiger wird jeder Wasserstrahl nach rechts, bei der entgegengesetzten Drehung nach links abgelenkt. Dieser Versuch erläutert die Ablenkung der Passate, das Rohr I insbesondere die der Antipassate.

2. Versuch. Nach Entfernung des Rohres *II* wird das Rohr *I* in einem beliebigen Punkte und in beliebiger Stellung befestigt und es wird gezeigt, daß der Sinn der Ablenkung derselbe bleibt, unabhängig von der Richtung der Strömung.

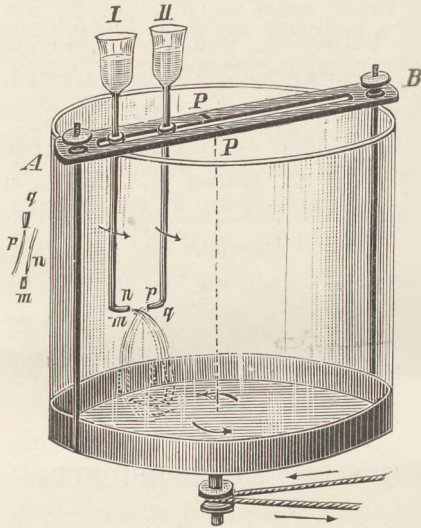


Fig. 1.

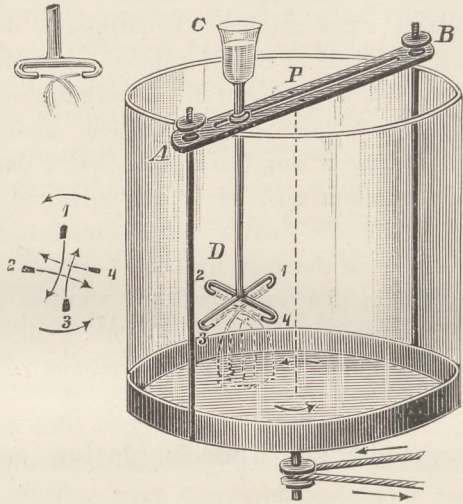


Fig. 2.

3. Versuch. In dem Cylinder wird das Rohr *CD* (Fig. 2) mit vier Schenkeln befestigt, von denen je zwei gegenüberliegende senkrecht zu den anderen beiden sind. Bei ruhendem Gefäß kreuzen sich alle vier Wasserstrahlen in einem Punkte; während der Drehung weichen aber alle, je nach dem Sinn der Drehung, nach rechts oder nach links ab. Diese Erscheinung entspricht einem Cyklon. Die ablenkende Kraft der Rotation und die Centrifugalkraft der krummlinigen Bewegung wirken in diesem Falle zusammen, daher ist auch die Ablenkung der Wasserstrahlen bedeutend.

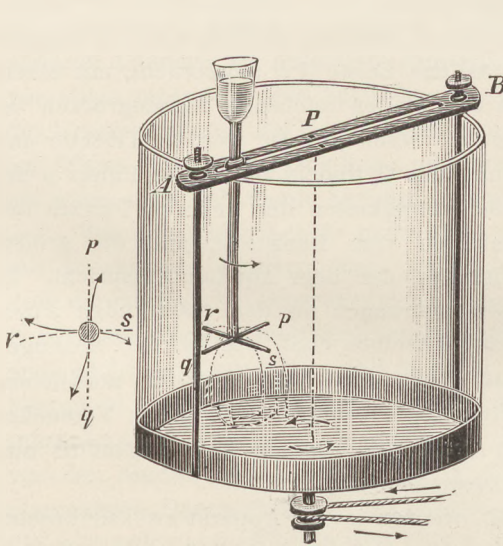


Fig. 3.

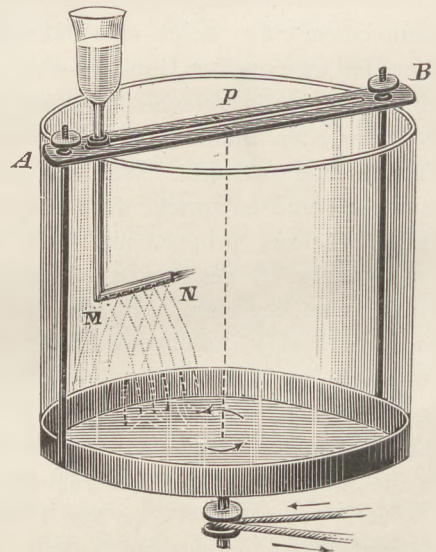


Fig. 4.

4. Versuch. In dem Cylinder wird ein unten verschlossenes Rohr (Fig. 3) befestigt mit vier seitlich am unteren Ende angebrachten Öffnungen, die um je 90° von einander entfernt sind. Im ruhenden Gefäße fließen die Wasserstrahlen parallel

den angelöteten Drähten pq und rs . Während der Drehung weicht jeder Wasserstrahl von seiner früheren Richtung nach rechts oder nach links ab, je nach der Drehungsrichtung. Diese Erscheinung stellt einen Anticyklon vor. Da die ablenkende Kraft und die Schwingkraft der krummlinigen Bewegung in diesem Falle nach verschiedenen Seiten wirken, so ist auch die Ablenkung der Strömung nicht so bedeutend, wie vorher, und bedarf zur besseren Beobachtung der schon erwähnten angelöteten Drähte.

5. Versuch. Es ist bekannt, daß in Äquatorialgegenden, wo die Meridiane parallel der Erdaxe verlaufen, die Luft- und Wasserströmungen keine Ablenkung durch die Rotation der Erde erfahren. Diese Erscheinung kann dargestellt werden, indem man ein senkrecht, unten offenes Rohr in dem Gefäße befestigt; während der Drehung bleibt der senkrechte Strahl parallel der Drehungsachse und wird von seiner ursprünglichen Richtung nicht abgelenkt.

6. Versuch. Die Erscheinung des v. BAERSchen Gesetzes kann folgenderweise gezeigt werden: In das Gefäß wird ein Rohr mit einem langen, wagerechten Schenkel MN (Fig. 4) eingesetzt; in diesen Schenkel werden beiderseits und in derselben Horizontalebene zwei Reihen ganz gleicher Löcher eingbohrt. Das fließende Wasser im Rohre stellt den Wasserstrom eines Flusses vor, und nach der Länge der seitlichen Wasserstrahlen kann man die Größe des Seitendruckes (Druck auf die Ufer) beurteilen. Im ruhenden Gefäße haben die seitlichen Wasserstrahlen dieselbe Länge; während der Drehung aber verlängern sich die Wasserstrahlen der einen oder der anderen Seite entsprechend der Theorie.

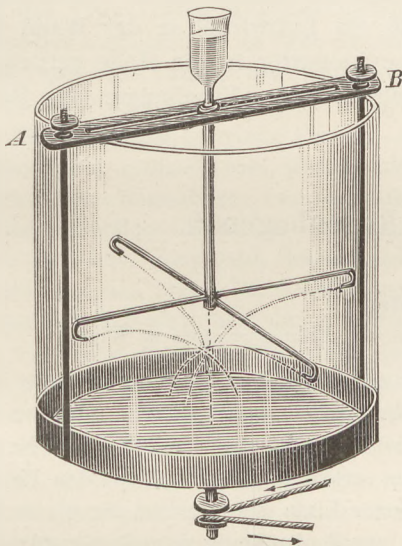


Fig. 5.

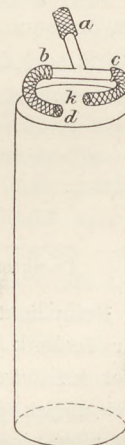
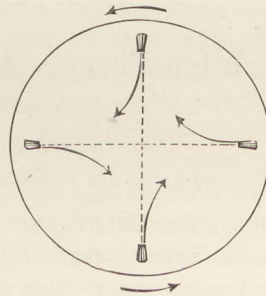


Fig. 6.

7. Versuch. Gemäß der FERRELSchen Hypothese stellt man sich die atmosphärische Cirkulation in den oberen Luftschichten so wie folgt vor: am Äquator herrscht ein hoher Luftdruck, der sich gegen die Pole vermindert, wo zwei starke Minima entstehen; deswegen begiebt sich die Luft in höheren Schichten vom Äquator zu den Polen, wird in der Nordhemisphäre nach rechts, in der Südhemisphäre nach links abgelenkt und bildet zuletzt zwei Cyklone, die um ihre Minima oder Erdpole rotieren. Den Ferrel'schen Cyklon demonstriert man auf folgende Weise: In der Rotationsachse des Cylinders befestigt man ein Rohr (Fig. 5) mit Trichter und mit vier Horizontal-

röhren am unteren Ende, die bis zum Cylindermantel (Äquator) des Gefäßes reichen. Während der Ruhe fließen die Wasserstrahlen radial und reichen bis zum Pol des Apparates; während der Drehung aber werden sie stark nach rechts oder nach links abgelenkt, je nach der Rotationsrichtung.

Beim Wiederholen des Versuchs von SCHWEDOW und WEIHER über die Wirbelbewegungen habe ich noch einige Versuche ausgeführt, die vielleicht auch von Interesse sein werden.

8. Versuch. Man stellt einen Glaszylinder auf den Tisch und füllt ihn mittels einer Glasröhre, die bis zum Boden des Gefäßes reicht, langsam mit Tabaksrauch, der am Boden eine Schicht von 3—4 cm Dicke bildet. Ein gewöhnlicher Blasebalg wird durch einen Gummischlauch mit einer T-förmigen Röhre *abc* (Fig. 6) verbunden, an deren Enden zwei kurze Gummiröhren *bd* und *ck* aufgesteckt sind. Die aus den Röhren *bd* und *ck* nach entgegengesetzten Richtungen ausströmende Luft erzeugt ein Kräftepaar, das einen Wirbel bis zum Boden des Gefäßes hervorruft; infolge dessen hebt sich der Rauch cyklonartig bis zur Öffnung des Gefäßes empor. In einem offenen Cylinder von 70 cm Höhe und 8 cm Breite gelang der Versuch durch bloßes Anblasen mit dem Munde.

Die Bedingungen der Cyklonbildung bei diesem Versuche scheinen mir den wirklichen Bedingungen mehr zu entsprechen, als in dem Versuche von WEIHER mit Ventilator.

9. Versuch. Eine Schicht Tabaksrauch von 3—4 cm Dicke wird auf dem Boden des Glasgefäßes (eines großen Bunsenelementes) ausgebreitet und außerhalb des Gefäßes, fast am Niveau des Bodens, wird durch ein um eine vertikale Achse rotierendes und mit einigen Flügeln versehenes Rad ein Luftwirbel an der Wand des Gefäßes erzeugt; der Tabaksrauch wird sofort cyklonartig in die Höhe getrieben. Dieser Versuch zeigt, daß die Wirbelbewegung sich auch über Erhebungen (den Rand des Gefäßes) fortpflanzt.

Die richtige Theorie des Regenbogens¹⁾.

Von

Prof. Dr. **J. M. Pernter**,

Direktor der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien.

Beim heutigen physikalischen Unterrichte, wo man so viel den nur im Kabinette und in der Technik vorkommenden Erscheinungen seine Aufmerksamkeit und sein Interesse zuwendet, kommt es nur allzu leicht vor, daß man von der Beobachtung der eigentlichen Naturerscheinungen gar sehr abgelenkt wird. Das ist ein ernstlicher Nachteil für den Hauptzweck aller physikalischen Bildung, welche doch in erster Linie das Interesse für die in der großen Natur auftretenden Erscheinungen zu wecken, zur Beobachtung derselben anzuregen und das Verständnis derselben zu vermitteln berufen ist. Man sollte es kaum glauben, daß von einer so herrlichen und so häufigen Naturerscheinung, wie es der Regenbogen ist, nirgends eine vollständige und correcte Beschreibung vorliegt. Man hat den Regenbogen oft gesehen, aber nicht beobachtet. Diese Oberflächlichkeit in der Beobachtung der Erscheinung hat vielleicht das meiste dazu beigetragen, daß man sich auch mit einer ungenügenden Erklärung desselben zufrieden gegeben hat und so bis heute eine eigentlich falsche Theorie sich allge-

¹⁾ Auszug aus der Abhandlung des Verfassers „Ein Versuch, der richtigen Theorie des Regenbogens Eingang in die Mittelschulen zu verschaffen“ im Kaiserjubiläums-Heft der Zeitschr. f. d. österr. Gymnasien 1898. Auch als Sonderabdruck (24 S.) bei C. Gerolds Sohn in Wien erschienen.

mein halten konnte, welche schon einer guten Beschreibung der Erscheinung gegenüber hätte fallen gelassen werden müssen. Dies wird es rechtfertigen, daß ich vor allem eine gute und correcte Beschreibung der Erscheinung des Regenbogens als erste Bedingung für den Schulvortrag über den Regenbogen hinstelle.

I. Beschreibung des Regenbogens. Der Regenbogen erscheint uns als ein gewaltiger farbiger Kreisbogen, der sich über eine Gegend wölbt, wenn man eine Regenwand vor sich und die Sonne im Rücken hat. Man erkennt leicht, daß der Mittelpunkt des Kreises, welchem der Regenbogen angehört, der Gegenpunkt der Sonne ist. Man sieht daher nur, wenn die Sonne im Horizont ist, einen vollen Halbkreis. Häufig erscheinen zwei Regenbogen übereinander. Der untere, innere, wird der Haupt-, der obere, äußere, der Nebenregenbogen genannt. Die zwei Regenbogen kehren ihre rothen Enden gegeneinander, indem der Hauptregenbogen die rothen Farbentöne an seiner convexen, der Nebenregenbogen an seiner concaven Seite hat. Die übrigen Farben schließen sich dann der Wellenlänge nach an, so daß der Hauptregenbogen innen, der Nebenregenbogen außen violett abschließt. Sieht man sich die Farben des Regenbogens genau an, so bemerkt man, daß dieselben — auch wenn wir uns z. B. nur auf den Hauptregenbogen beschränken — nicht stets die gleichen und auch nicht stets gleich vertheilt sind. Jeder einigermaßen aufmerksame Beobachter des Regenbogens weiß bald, daß ein Regenbogen nicht stets wie der andere ist. In den häufigsten Fällen sieht man kein Blau, in anderen findet sich kein eigentliches reines Rot; von den Farbenabstufungen fehlt dunkelblau fast immer. Desgleichen ist die Breite der einzelnen Farben bei verschiedenen Regenbogen sehr verschieden. Einmal ist das Gelb von fast verschwindender Breite und Grün und Violett sehr breit, ein anderes Mal ist Gelb und Grün sehr breit und Rot und Violett sehr schmal, hier und da ist Blau kaum zu sehen, dann ist es wieder fast dominierend. Auch in Bezug auf die Verteilung der Intensität bemerkt man einen bedeutenden Wechsel. Besonders auffallend ist es dann zu sehen, daß wiederholt, ja häufig, die hellleuchtendste Stelle auf den Anfang des Violett fällt. Eine weitere Veränderlichkeit, die dem Auge sehr deutlich auffällt, zeigt der Regenbogen in seiner Breite, indem nicht nur die Breite der einzelnen Farben, wie wir sahen, sondern auch die des ganzen Regenbogens bald größer, bald kleiner sich zeigt. Es tritt dann ferner eine Erscheinung auf, welche beim Regenbogen sehr aufgefallen ist; es sind dies die sekundären Bogen, welche besonders häufig an den Hauptregenbogen sich vom Violett ab nach innen anschließen, aber auch beim Nebenregenbogen, auch wieder vom Violett ab, nach außen zuweilen zu sehen sind. Die Erscheinung dieser sekundären Bogen ist ebenfalls sehr veränderlich. Man sieht bald deren mehrere — es sind schon sechs beobachtet worden —, bald nur einen und dann wieder keinen. Ihre Farben sind ebenfalls sehr veränderlich; am häufigsten bestehen dieselben nur aus Grün und Rosa, es kommt aber auch vor, daß man Gelb, Grün und Purpur oder gar Gelb, Grün, Blau und Rosa zu sehen bekommt. Man erinnert sich bei ihrer Erscheinung unwillkürlich an die zweiten und dritten Ringe bei den kleinen Höfen. Doch tritt beim Regenbogen zuweilen der Fall auf, daß zwischen dem Regenbogen und den sekundären Bogen ein farblosér dunkler Zwischenraum sich befindet. Die Erscheinung der sekundären Bogen ist nichts weniger als eine seltene Zufälligkeit, sondern sie tritt beim Hauptregenbogen so häufig auf, daß man es als Zufälligkeit anzusehen hat, wenn sie fehlen.

Exakte Messungen würden nun das Bild, das wir vom Regenbogen entworfen haben, nach der Richtung ergänzen, daß wir genau angeben könnten, unter welchem Winkel der Abstand der Farben des Regenbogens vom Gegenpunkte der Sonne uns erscheint, und welche Veränderlichkeit die Breite des Regenbogens erleidet. Leider liegen fast nur angenäherte Messungen vor, und diese wieder betreffen fast nur die rothen Enden des Haupt- und Nebenregenbogens. Immerhin ist durch dieselben festgestellt worden, daß das rote Ende des Hauptregenbogens vom Gegenpunkte der Sonne etwa 42° , des Nebenregenbogens etwa 50° absteht.

Endlich erscheint auch zuweilen der weisse Regenbogen. Man sieht denselben entweder bei Regen im Mondscheine (Mondregenbogen) oder auf von der Sonne beschienenen Nebeln. Im ersteren Falle ist er eigentlich nicht weiss, sondern erscheint nur so infolge der sehr schwachen Intensität der Farben. Der Mondregenbogen erscheint übrigens unter günstigen Umständen auch schwach gefärbt. Im zweiten Falle (bei Nebeln) haben wir es mit einem echten weissen Regenbogen zu thun; man sollte ihn eigentlich Nebelbogen nennen. Er wird auf Bergen oder an den Küsten der Meere, besonders der nördlichen, öfters gesehen. Man sieht dann einen glänzenden weissen Bogen, welcher ausfien gelblichen oder orangeroten, innen bläulichen bis violetten Hauch als Begrenzung zeigt. Zuweilen bemerkt man, durch einen dunklen Zwischenraum getrennt, einen sekundären Bogen, in welchem aber dann die Farbenfolge umgekehrt ist, indem sich an den dunklen Zwischenraum ein bläulicher Saum anschliesst und das zweite Rot den sekundären Bogen nach innen abschliesst.

So tritt der Regenbogen in der Natur auf; die obige Beschreibung giebt alles Thatsächliche der Erscheinung wieder, und die durch den Druck hervorgehobenen Stellen sind von besonderer Wichtigkeit, sie bilden die charakteristischen Momente. Jede Erklärung des Regenbogens muss aus einem einheitlichen Gesichtspunkte Rechenschaft geben können für alle diese Thatsachen, welche in der Erscheinung des Regenbogens zu Tage treten.

Ist es nicht unfalschbar, dass man in landläufigen Darstellungen nicht nur nirgends eine Andeutung von der grossen Veränderlichkeit in den Farben und ihrer Breite, in der Verteilung der Intensität auf dieselben und in der ganzen Breite des Regenbogens — ich will die übrigen Momente übergehen — findet, sondern im Gegenteile überall auf die Behauptung trifft, dass die Farben stets dieselben und in ihrer Breite unveränderlich sind — sind ja die sieben Regenbogenfarben zu einer beliebigen Redewendung geworden — und ebenso die Breite des Regenbogens stets dieselbe sei? Wie konnte man denn die jedem offenen Auge sich geradezu aufdrängenden Thatsachen derart in ihr Gegenteil verdrehen? Hier haben wir ein abschreckendes Beispiel vor uns, wohin man gerät, wenn einmal die ernste Beobachtung der grossen Naturerscheinungen selbst vernachlässigt wird. Man hatte eine Theorie des Regenbogens — die der „wirksamen“ Strahlen von Descartes —; nach dieser müssten freilich stets alle Farben des Spektrums immer in derselben Reihenfolge und in gleicher Breite im Regenbogen auftreten und daher der letztere selbst auch stets dieselbe Breite haben. Niemand hat zwar „alle sieben Regenbogenfarben“ aufgesucht oder je gesehen und die Breite des Regenbogens gemessen, aber jeder behauptete Falsches auf Grund einer falschen Theorie. Eine objektive Feststellung des Thatbestandes, wie sie leicht zu haben war, und wie wir sie in obiger Beschreibung geliefert haben, hätte sofort gezeigt, dass die Descartes'sche Theorie ungenügend ist. Man hätte dann vielleicht doch die Richtigkeit der Beschreibung der Bequemlichkeit der Erklärung vorgezogen und eine Theorie fallen gelassen, welche den Thatsachen nicht gerecht zu werden vermag, besonders da die richtige Theorie im wesentlichen seit 1836 vorlag²⁾.

II. Erklärung des Regenbogens. Man kommt bei Beobachtung des Regenbogens leicht auf den Gedanken, dass derselbe dadurch entsteht, dass die Sonnenstrahlen auf die Regentropfen auffallen, beim Eindringen gebrochen und in Farben zerlegt und im Innern der Tropfen reflektiert werden. Die Richtigkeit dieser Auffassung lässt sich leicht experimentell darthun. Man füllt eine hohle Glaskugel mit Wasser und lässt die Sonnenstrahlen im verdunkelten Zimmer darauf fallen. Sieht man dann nach der Glaskugel von der Seite, auf welche die Sonnenstrahlen fallen, so wird man in einer bestimmten Richtung das Farbenband des Haupt-, in einer ihr nahen Richtung dasjenige des Nebenregenbogens gewahren. Die Intensität der Erscheinung ist gross genug, um sowohl den Haupt- als den Nebenregenbogen auf einem Schirme auffangen und so der ganzen Klasse sichtbar machen zu können. Es wird dem Vortragenden keine Schwierigkeiten bereiten nachzuweisen, dass die roten

²⁾ Airy, Intensity of light in the Neighbourhood of a Caustic. Transact. of the phil. Soc. Cambridge. Bd. VI, S. 379. Übersetzt in Poggendff. Ann. Ergänzungsband 1842, S. 232.

Strahlen des Hauptregenbogens mit den einfallenden Sonnenstrahlen einen Winkel von etwa 42° und die roten Strahlen des Nebenregenbogens einen solchen von etwa 50° bilden. Durch diesen einfachen Versuch ist der experimentelle Beweis für die gemachte Voraussetzung erbracht. Man kann für den Versuch im Kabinette auch einen Cylinder verwenden. Zwar erhält man dann statt eines farbigen Bogens ein gerades farbiges Band, doch stört dies nicht das Wesen der Erscheinung und ist für die Beobachtung, besonders wenn man das Farbenbild durch ein Fernrohr betrachten will, von ganz besonderem Vorteile. Zweitens ist es klar, daß der Regenbogen ebenso in Glastropfen entstehen würde, wie in Wassertropfen. Allerdings würden dann alle Winkel eine dem Brechungsexponenten des Glases entsprechende Veränderung erleiden, was aber ganz nebensächlich ist. Ersetzt man den Wassercylinder durch einen Glaszylinder, so muß man im wesentlichen dieselben Erscheinungen erhalten. Die Anwendung von Wassercylindern unterliegt mannigfachen Schwierigkeiten. Wenn man ein cylindrisches Glasgefäß mit Wasser füllt, so tritt der Übelstand auf, daß die Strahlen an der Vorder- und Rückseite der Rückwand des Glases Reflexionen erleiden, wobei dann die reflektierten Strahlen nicht mehr ineinander, sondern nebeneinander weiterschreiten und so die Reinheit des Farbenbildes stören. Das ist der Grund, warum der Regenbogen, welcher von einer mit Wasser gefüllten Glaskugel erzeugt wird, so farbenarm ausfällt. Für manche Versuche, die wir später erwähnen werden, darf aber der Wassercylinder nur von kleinem Radius sein. Eine enge Glasröhre, mit Wasser gefüllt, weist nun den obigen Übelstand noch störender auf. Man müßte in diesen Fällen cylindrische Wasserstrahlen wählen. Das Manipulieren mit solchen zählt aber zu den schwierigeren Versuchen. Es ist zwar für exakte Untersuchungen sehr zu empfehlen, für Schulversuche aber kaum durchführbar. Glaszylinder von beliebig großer Dicke, bis zu den Glasfäden herab, sind aber viel leichter zu haben, und läßt sich mit ihnen viel einfacher umgehen. Man hat aber darauf zu sehen, daß sie gut cylindrisch und frei von Unreinigkeiten und Schlieren sind. Man wende ferner, wo es nur angeht, die einseitige Bestrahlung an, weil bei voller Bestrahlung beide Seiten alle Regenbogen erzeugen und es dabei vorkommen muß, daß Regenbogen höherer Ordnung sich mit solchen niederer Ordnung teilweise decken, wodurch die Erscheinung verwischt wird. In der Natur ist allerdings die volle Bestrahlung vorhanden; dafür deckt aber auch der fünfte Regenbogen einen Teil des zweiten. Ist zwar der fünfte Regenbogen so lichtschwach, daß man ihn nicht mehr abgesondert wahrnimmt, so bewirkt seine teilweise Überdeckung des zweiten doch, daß der letztere kein reines Rot aufweist. Im Kabinette kann und soll man diese Überlagerungen durch einseitige Bestrahlung vermeiden. Hat man auf diese Weise die Schüler durch das Experiment überzeugt, daß der Regenbogen thatsächlich durch Brechung und Reflexion der Sonnenstrahlen in Wassertropfen entsteht und etwa noch auf die Regenbogen hingewiesen, die man bei Springbrunnen, Wasserfällen und auch bei Strafenbespritzungen unter geeigneten Umständen sieht, so kann man zur Erklärung der Vorgänge bei Bildung der Regenbogen übergehen.

Zu diesem Zweck verfolgen wir den Gang der Sonnenstrahlen in einem Regentropfen. Man kann sich denselben leicht zeichnen. In der nachstehenden Fig. 1 ist derselbe dargestellt für einmalige Reflexion der Strahlen in Tropfen. Die Sonnenstrahlen fallen parallel auf den Tropfen auf und werden in demselben gebrochen und in ihre Farben zerlegt. Da jeder Farbe ein anderer Brechungsexponent entspricht, so können wir im Tropfen — wollen wir eine unleidliche Verwirrung der Zeichnung vermeiden — nur eine bestimmte Farbe weiter verfolgen. In der Zeichnung wurde die Farbe gewählt, deren Brechungscoefficient von Luft in Wasser $\frac{4}{3}$ ist (etwa Rotorange in der Nähe der Fraunhoferschen Linie C). In der Zeichnung sind die einfallenden Strahlen vom Einfallswinkel 35° bis 80° zu sehen; die übrigen Strahlen wurden zur Vereinfachung der Zeichnung weggelassen, da ihre Lage und ihr Gang leicht zu ergänzen ist und sie zur Charakteristik der Erscheinung unwesentlich sind. Bei einem Blicke auf Fig. 1 fällt uns sofort ein wichtiger Umstand auf: wir bemerken, daß die auf den Tropfen unter Einfallswinkeln von 0 bis 60° auftreffenden Strahlen so in dem Tropfen gebrochen werden, daß sie immer höher an der Rückwand desselben auftreffen,

die Strahlen von noch größeren Einfallswinkeln aber wieder immer tiefere Stellen der Rückwand treffen.

Verfolgen wir nun den Gang der Strahlen weiter in Fig. 1. Nach der Reflexion an der Rückwand treffen dieselben an der unteren Seite des Tropfens auf, wo sie zum Teil ein zweites Mal reflektiert werden, zum Teil aus dem Tropfen unter demselben Winkel austreten, unter welchem sie ursprünglich

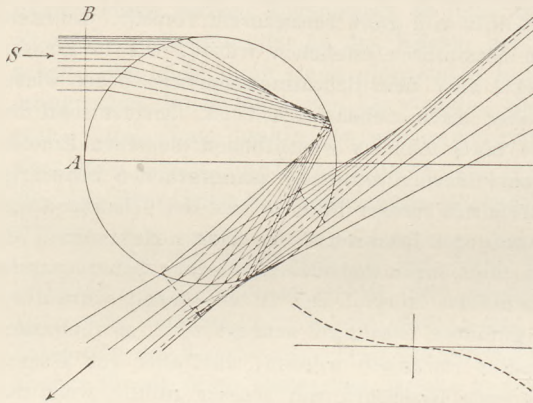


Fig. 1.

Fig. 1 a.

eingefallen sind. Wir sehen in Fig. 1 nur diese austretenden Strahlen. Es ist sofort zu erkennen, dass von den ursprünglich parallel einfallenden Strahlen beim Austritte aus dem Tropfen keiner mehr mit dem anderen parallel ist. Während aber die von dem punktiert gezeichneten Strahl aus gegen die Mitte der Tropfen bei A gelegenen austretenden Strahlen divergieren, convergieren die Strahlen, welche auf der anderen Seite desselben austreten. Verlängert man alle austretenden Strahlen rückwärts, wie es in Fig. 1 geschehen, so schneidet jede Verlängerung, d. h. jeder

Strahl, den bei A ungebrochen durchgehenden Strahl vom Einfallswinkel 0° (Null-Strahl). Man sieht nun leicht schon mit freiem Auge, dass der punktiert gezeichnete Strahl in Bezug auf den Winkel, unter welchem er den Null-Strahl schneidet, eine Auszeichnung erfährt. Bezeichnet man den stumpfen Winkel, den die Verlängerungen der Strahlen mit dem Null-Strahl machen (Fig. 1), als den Drehungswinkel von allen Strahlen hat. In Fig. 1, also bei einmaliger Reflexion im Tropfen, erhalten wir stumpfe Drehungswinkel, bei zweimaliger Reflexion im Tropfen erhabene Drehungswinkel. Diese Drehungswinkel wachsen mit jeder Reflexion, und es ist leicht, dafür das Gesetz aufzustellen, nach welchem dieselben berechnet werden können. Es folgen hier einige Figuren, die den Gang jener Strahlen, welche die kleinste Drehung bei ein- bis sechsmaliger Reflexion im Innern des Tropfens erleiden, darstellen. Wir können sie benützen, um das Gesetz der Drehung eines beliebigen Strahles, bei beliebig

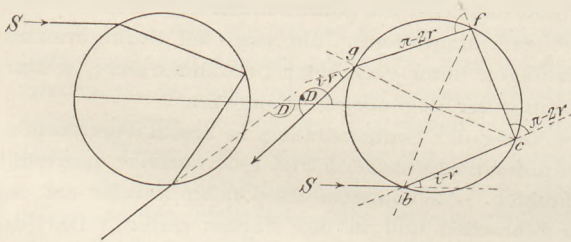


Fig. 2.

Fig. 3.

vielen Reflexionen zur Darstellung zu bringen. Verwenden wir hierzu z. B. Fig. 3 (zweimalige Reflexion). Der Strahl S tritt bei b in den Tropfen und wird gebrochen. Hierbei erleidet er eine Drehung $i-r$; er wird bei c das erstmal reflektiert und erleidet hierbei eine weitere Drehung $\pi-2r$; bei der zweiten Reflexion bei f erleidet er dieselbe Drehung $\pi-2r$ und er würde bei jeder weiteren Reflexion

stets wieder eine solche Drehung um $\pi-2r$ erfahren, also wenn k Reflexionen stattfinden, würde die Drehung infolge der Reflexionen $k(\pi-2r)$ ausmachen. Beim Austritte aus dem Tropfen ist im Innern wieder der gleiche Winkel r und daher außen der gleiche Winkel i ; daher erleidet er dabei wieder eine Drehung um $i-r$, wie beim Eintritt. Im ganzen macht dies eine Drehung von $2(i-r) + k(\pi-2r)$ oder, wenn wir die Drehung mit D bezeichnen: $D = k\pi + 2[i - (k+1)r]$. Wir werden in der Folge stets $k+1 = p$ setzen; es ist dann $D = k\pi + 2(i - pr)$ (I). Mit diesem Ausdrucke und unter Zuhilfenahme des Brechungsgesetzes kann man nun für jede Anzahl Reflexionen, von der einmaligen bis zur n -maligen,

die jedem beliebigen Einfallswinkel i entsprechende Drehung D berechnen³⁾. Ich lasse hier das Resultat dieser Rechnung für die ein- und die zweimalige Reflexion folgen, und habe hiermit die Absicht, die Herren Kollegen von der Mittelschule zu veranlassen, diese Tabellen in großer Schrift sich anzufertigen, um sie in der Schule zugleich mit der folgenden Fig. 4 zum Unterrichte zu verwenden. In der Tabelle findet man hinter D auch einen Winkel A angegeben. Der letztere ist der spitze Winkel, welchen der ursprüngliche einfallende Strahl mit dem austretenden oder seiner Verlängerung nach rückwärts macht. Dieses A ist auch der Winkel, unter welchem uns der Abstand des Mittelpunktes des Regenbogens von den Farben des letzteren, d. h. der Radius des Regenbogens, erscheint.

Einmalige innere Reflexion				Zweimalige innere Reflexion		
i	r	D	A	i	D	A
30°	22° 2'	151° 52'	28° 8'	40°	267° 0'	87° 0'
35°	25° 29'	148° 4'	31° 56'	45°	257° 48'	77° 48'
40°	28° 50'	144° 40'	35° 20'	50°	249° 30'	69° 30'
45°	32° 2'	141° 52'	38° 8'	55°	242° 30'	62° 30'
50°	35° 5'	139° 40'	40° 20'	60°	236° 54'	56° 54'
55°	37° 55'	138° 20'	41° 40'	65°	233° 0'	53° 0'
57°	38° 59'	138° 4'	41° 56'	70°	231° 6'	51° 6'
59°	40° 1'	138° 0'	42° 0'	75°	231° 24'	51° 24'
60°	40° 31'	137° 56'	42° 4'	80°	234° 12'	54° 12'
61°	41° 11'	138° 0'	42° 0'	85°	239° 54'	59° 54'
63°	41° 56'	138° 16'	41° 44'	90°	248° 24'	68° 24'
65°	42° 50'	138° 40'	41° 20'			
70°	44° 49'	140° 44'	39° 16'			
75°	46° 26'	144° 16'	35° 44'			
80°	47° 38'	149° 28'	30° 32'			
85°	48° 21'	156° 36'	23° 24'			

In Fig. 4 ist der Zusammenhang zwischen Einfallswinkel i und Drehungswinkel D für die einmalige innere Reflexion graphisch dargestellt. Man sieht, daß das Minimum der Drehung für i nicht ganz 60° (genau für $i = 59° 24'$) eintritt. Dieser ist also von allen Strahlen derselben Farbe ($n = \frac{4}{3}$) der mindestgedrehte Strahl. Würden wir auch für die zweimalige innere Reflexion die graphische Darstellung ausführen, so würde es sich zeigen, daß bei derselben der Strahl vom Einfallswinkel von nahe 72° (genau für $i = 71° 49'$) der mindestgedrehte ist. Im ersteren Falle entspricht nun dem mindestgedrehten Strahle ein A von 42° 4', im zweiten Falle ein A von 50° 23'. Erinnern wir uns, daß dies die Winkel für Rot beim ersten und zweiten Regenbogen sind, so ersehen wir sofort, daß wir durch unsere Zeichnung erwiesen haben, daß der Hauptregenbogen durch einmalige, der Nebenregenbogen durch zweimalige innere Reflexion in den Regentropfen erklärt wird. Es folgt aus unserer Zeichnung und Winkelrechnung auch sofort, daß die mindestgedrehten Strahlen bei der Bildung des Regenbogens eine Hauptrolle spielen.

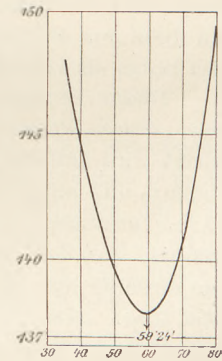


Fig. 4.

Sehen wir uns nun die Rolle näher an, welche die mindestgedrehten Strahlen bei der Erzeugung des Regenbogens spielen. Die Fig. 1 belehrt uns hierüber. Die Wellenfläche AB der eintretenden Strahlen ist eine Ebene, auf welcher alle Strahlen, die ja unter sich parallel sind, senkrecht stehen. Die Wellenfläche der austretenden Strahlen ist aber eine gekrümmte und zwar so gekrümmt, daß sie vom mindestgedrehten Strahle aus nach den zwei Seiten sich entgegengesetzt krümmt. Im mindestgedrehten Strahle liegt also der Wendepunkt der Krümmung. Strahlen, welche auf dieser Wellenfläche senkrecht stehen, müssen auf jeder Seite des Wendepunktes untereinander divergieren oder convergieren; kein Strahl kann mit

³⁾ In der Originalabhandlung sind noch die Figuren für die vier- bis siebenmalige Reflexion, sowie die Winkel der mindestgedrehten Strahlen für Wasser und Glas bis zur 15. Ordnung mitgeteilt.

dem anderen parallel sein, auch in der Nähe und nächsten Nähe des Wendepunktes kann es keinen Strahl geben, der mit einem anderen, auch nicht mit dem mindestgedrehten Strahle parallel wäre. Wir wissen nun, daß einigermassen beträchtlich divergierende Strahlen auf der Netzhaut unseres Auges zu keinem Bilde mehr vereinigt werden können. Wenn der Regenbogen — der ja ein Farbenbild der Sonne ist — dennoch gesehen wird, so kann er nur von Strahlen herrühren, die äußerst wenig vom Parallelismus abweichen, und das sind nur die in allernächster Nähe — ich möchte sagen in unendlicher Nähe — des mindestgedrehten Strahles liegenden. Da dieselben aber trotzdem nicht parallel im strengen Sinne sind, so stehen sie immer noch jeder für sich senkrecht auf einer Wellenfläche, die die oben beschriebene Form hat. Das außerordentlich kleine Stück dieser Wellenfläche, das in allernächster Nähe rechts und links vom mindestgedrehten Strahle liegt, habe ich in Fig. 1a in ungeheuer übertriebener Vergrößerung dargestellt. Dieser so äußerst kleine Teil der Wellenfläche der austretenden Strahlen ist es nun, der den Regenbogen erzeugt; er ist allein wirksam.

Es läßt sich nun schon aus der Gestalt der wirksamen Wellenfläche unmittelbar erkennen, daß dieselbe zu einem Beugungsbilde Veranlassung geben wird. Wir brauchen da nur vom Huygensschen Prinzipie auszugehen. Nach demselben ist die Wirkung einer Wellenfläche als die Summe der Wirkungen jedes Punktes derselben aufzufassen, wobei jeder Punkt als selbständiger Wellenerreger angesehen wird, d. h. nach allen Richtungen Strahlen aussendet. Bei Kreis- oder ebenen Wellenflächen ist die Wirkung dieselbe, als wenn nur vom Mittelpunkte des Kreises die Erregung ausginge. Dies trifft aber nicht mehr zu bei anders gekrümmten Wellen, am wenigsten bei Krümmungen mit einem Wendepunkte, wie in unserem Falle. Dann entsteht vielmehr aus der Interferenz der von dieser Wellenfläche ausgehenden Elementarwellen ein Beugungsbild, das bei einfarbigem Lichte aus einer unendlichen Reihe von hellen Streifen, die durch dunkle Zwischenräume getrennt sind, besteht. Bei weißem Lichte wird aber eine unendliche Reihe farbiger Streifen der verschiedensten Farbentöne entstehen. Die Erscheinung wird also zweifellos ähnlich sein den Beugungserscheinungen bei Spalten oder runden Öffnungen, aber sie wird doch nicht genau so wie letztere sich darbieten, da die erzeugende Wellenfläche eine ganz eigenartige ist. Wir können nun diese aus der Gestalt der wirksamen Wellenfläche gezogenen Schlüsse durch den Versuch selbst als richtig erweisen.

Dieser Versuch wird am besten folgendermaßen gemacht. Man nimmt ein Spektrometer, dessen Fernrohr bei einer mäßigen Vergrößerung ein großes Gesichtsfeld hat. Das Prisma wird entfernt und in die Mitte statt des letzteren ein Glaszylinder (gut cylindrischer, schmutz- und schlierenfreier Glasstab) von etwa 2 bis 3 mm Durchmesser gestellt. Man läßt die Sonnenstrahlen durch eine Spalte einfallen und richtet dieselben auf den Spalt des Collimators, vor dem sich ein einfarbiges rotes Glas befindet. Das rote Strahlenbündel läßt man einseitig auf den Glasstab fallen. Man stellt das Fernrohr auf der anderen Seite ein. Beim Glase sieht man den ersten Regenbogen unter $A = 22^\circ 51'$. Ist das Fernrohr unter diesem Winkel eingestellt, so sieht man eine sehr lange Reihe roter Streifen, die an Intensität und Breite nach der Seite der kleiner werdenden Winkel abnehmen. Würde man nun ein einfarbiges blaues Glas statt des roten einsetzen, so würde man lauter blaue Streifen sehen und bemerken, daß das ganze Farbenbild gegenüber dem roten etwas gegen die Seite der kleineren A verschoben wurde.

[Es kommt vor, daß die Spektrometer so construirt sind, daß eine Einstellung des Fernrohres auf $A = 23^\circ$ nicht mehr möglich ist. In diesem Falle stelle man auf den zweiten Regenbogen $A = 86^\circ 52'$; man kann natürlich auch den zweiten Regenbogen zur Demonstration benutzen. Oder man verwende eine gut cylindrische, reine Glasröhre von etwa 2,5 mm Lichte, die man mit Wasser füllt; man hat nun den ersten Regenbogen bei $A = 42^\circ$. Leider tritt hierbei der Übelstand ein, daß infolge der doppelten Reflexion an der Glaswand die Erscheinung nicht mehr rein und korrekt auftritt. Was nun die einfarbigen Gläser betrifft, so kann die Schwierigkeit, daß solche für verschiedene Farben nicht zu haben sind,

dadurch gelöst werden, daß man statt derselben einen Prismensatz verwendet, welcher eine genügende Farbenzerstreuung liefert, um immer nur Strahlen einer Farbe durch die Spalte des Collimators senden zu können.]

Hat man so durch den Versuch gezeigt, daß das von dem wirksamen Teile der zweimal gebogenen Wellenfläche entworfene Bild ein Beugungsbild von vielen Streifen ist, und daß jede Farbe, die weiter gegen das Violett zu liegt, gegen das rote Farbenbild immer mehr verschoben ist, so folgt daraus sofort, daß bei Anwendung von weißem Lichte die Streifen der verschiedenen Farben sich überlagern müssen und so sich Mischfarben bilden werden, welche dann das eigentliche Regenbogenbild darstellen. Dies zeigt der Versuch, den man nun, statt mit einfarbigem Lichte, mit weißem Lichte ausführt, sofort auf das schönste. Man sieht nun im Fernrohre eine unabsehbare Reihe von Streifen verschiedener Farben, Rot an einem Ende, woran sich Gelb, Grün und Violett der Reihe nach anschließen, und dann wieder und wieder eine teilweise Wiederholung dieser Farbentöne in den folgenden Streifen sich zeigt.

Ersetzt man nun den 2–3 mm dicken Glasstab durch einen weniger als 1 mm dicken oder durch einen geeignet befestigten cylindrischen Glasfaden, so fällt uns sofort eine bedeutende Veränderung des Regenbogenbildes auf. Die Streifen sind nun breiter, die Farben weniger gesättigt und von teilweise von der früheren abweichenden Folge, indem jetzt besonders das Blau, das früher fast nicht zu bemerken war, stark hervortritt und in den sekundären Streifen mehr Farben als früher sichtbar werden. Durch diesen Versuch ist der Beweis erbracht, daß die Erscheinung vom Durchmesser des Cylinders abhängt, was auf den Regenbogen in der Natur übertragen bedeutet, daß die Breite des ganzen Regenbogens, die Breite der einzelnen Farben, sowie die Farbenfolge selbst von der Größe der Regentropfen abhängig ist. Es ist das leicht zu verstehen, wenn wir überlegen, daß offenbar bei der Zeichnung der Wellenfläche der aus den Tropfen austretenden Strahlen diese Wellenfläche um so gekrümmter ausfällt, je kleiner der Durchmesser des Kreises, der den Tropfen darstellt, gewählt wird — ohne daß dies die

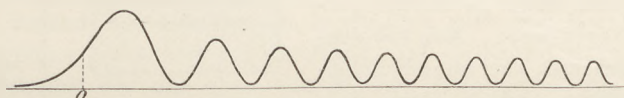


Fig. 5.

wesentliche Form der Wellenfläche alteriert. Das muß zur Folge haben, daß mit abnehmender Tropfengröße die Streifen der einzelnen Farben verbreitert werden und daß beim Übereinanderfallen der verschiedenfarbigen Streifen andere Mischungsverhältnisse der Farben sich einstellen, welche dann ein verändertes Farbenbild erzeugen. Die Figuren 5 und 6 a–d geben eine Vorstellung von diesen Verschiedenheiten. In Fig. 5 sind die Intensitäten und Abstände der Streifen einer einzelnen Farbe dargestellt, wobei man sieht, daß die trennenden Minima alle die Intensität Null haben. Die Ordinate bei 0 entspricht den mindestgedrehten Strahlen. In den Figuren 6 a–d ist das Mischungsresultat, das durch Übereinanderlagerung der Streifen aller einzelnen Farben entsteht, schematisch dargestellt und zwar für Tropfengröße von 1, 0,3, 0,1 und 0,05 mm Durchmesser. Die ersten beiden Schemata zeigen zwei Sekundäre, die letzten beiden nur einen. Man kann aus der Figur die verschiedene Breite der Hauptregenbogen und ebenso die der Sekundären, die Verschiedenheit der Farben, der Breite der einzelnen Farbe sowohl im Hauptregenbogen als in den Sekundären, die Verblässung der Farbentöne bei abnehmender Tropfengröße u. s. w. sofort erkennen. Man sieht, daß die Breite des Regenbogens um so größer ist, je kleiner die erzeugenden Tropfen werden; daß die von Tropfen von 0,5 bis zu 2 mm Durchmesser (Fig. 6 a) erzeugten Regenbogen gesättigte Farben aufweisen und sehr intensiv sind (wobei das Intensitätsmaximum auf den Anfang des Violett fällt), daß das Blau für das Auge darin ganz fehlt und die Sekundären nur aus Grün und Rosa zu bestehen scheinen (da das Hellblau wegen der Contrastwirkung auch Grün erscheint). Die farbenreichsten Regenbogen sind

jene, welche von Tropfengrößen von etwa 0,15—0,4 mm Durchmesser (Fig. 6 b) hervorgebracht werden. Es fehlt ihnen nur das eigentliche Rot und herrscht das Gelb vor; auch ihre Sekundären zeigen alle Farben. Die etwa 0,1 mm Durchmesser besitzenden Tropfen (Fig. 6 c) haben schon mattfarbiges Aussehen, ihre Breite ist auffallend und ihre Sekundären sind durch einen Zwischenraum von dem Hauptbogen getrennt. Bei Tropfengrößen von 0,05 mm Durchmesser und darunter fallen die Streifen der einzelnen Farben sogar so übereinander, daß sich auf eine ziemliche Breite die Farben unter denselben Intensitätsverhältnissen mischen,

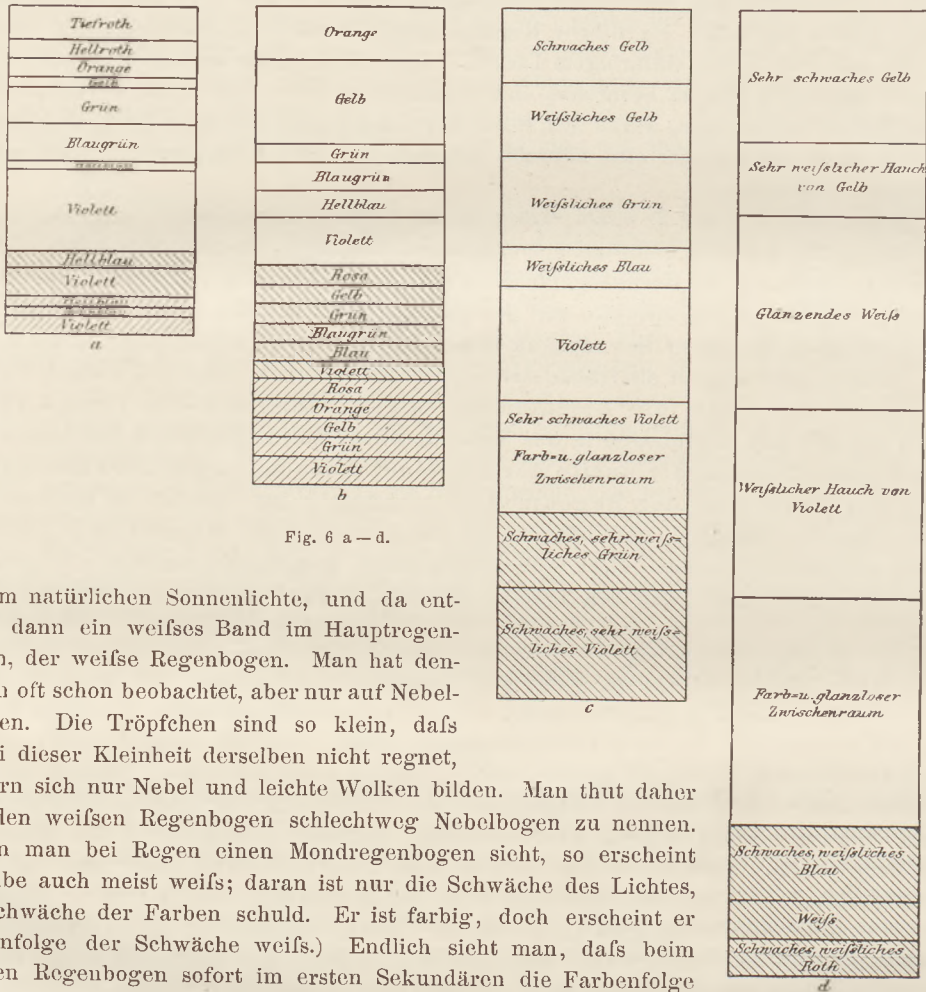


Fig. 6 a—d.

wie im natürlichen Sonnenlichte, und da entsteht dann ein weißes Band im Hauptregenbogen, der weiße Regenbogen. Man hat denselben oft schon beobachtet, aber nur auf Nebelwänden. Die Tröpfchen sind so klein, daß es bei dieser Kleinheit derselben nicht regnet, sondern sich nur Nebel und leichte Wolken bilden. Man thut daher gut, den weißen Regenbogen schlechtweg Nebelbogen zu nennen. (Wenn man bei Regen einen Mondregenbogen sieht, so erscheint derselbe auch meist weiß; daran ist nur die Schwäche des Lichtes, die Schwäche der Farben schuld. Er ist farbig, doch erscheint er nur infolge der Schwäche weiß.) Endlich sieht man, daß beim weißen Regenbogen sofort im ersten Sekundären die Farbenfolge sich umkehrt⁴⁾.

Auf diese Weise ist die Erklärung des Regenbogens nur mit Hilfe von Zeichnungen und Experimenten durchzuführen, und es scheint mir ausgeschlossen, daß in den höheren Klassen der Mittelschulen diese Erklärungsweise auf Schwierigkeiten stoßen könnte.

Nachdem im Vorangehenden gezeigt wurde, daß die richtige Theorie des Regenbogens den Anforderungen der Mittelschule entsprechend vorgetragen werden kann, ist es eine unabweisliche Pflicht der Kollegen Physiker der Mittelschule, nur mehr die richtige Theorie

⁴⁾ Die Originalabhandlung bietet hier noch die Intensitätskurven für die Hauptspektralfarben bei zwei verschiedenen Tropfengrößen und die Art ihrer Überlagerung. Der Abhandlung beigelegt ist endlich noch eine ausführliche elementar-mathematische Behandlung des Regenbogenproblems. Vgl. auch d. Heft *Berichte* 4. Die Farbenfolge der Figuren 6 (a—d) ist auf Grund der theoretischen Berechnung der Intensitätsverhältnisse mit Hilfe der Maxwellschen Farbgleichungen ermittelt.

zu lehren. Von ihr werden alle Erscheinungen des Regenbogenphänomens in vollständig einheitlicher Weise, von dem einen Prinzipie des wirksamen Teiles der aus dem Tropfen austretenden, eigenartig zweimal gebogenen Wellenfläche aus, als Beugungserscheinungen erklärt, während alle diese Erscheinungen in der unrichtigen Theorie der „wirksamen Strahlen“ von Descartes vollständig unverständlich sind, ja mit der Descartesschen Theorie in Widerspruch stehen. Man spreche also nie mehr von „wirksamen Strahlen“, sondern nur von einer „wirksamen Wellenfläche“, welche ein eigenartiges Beugungsphänomen erzeugt; nie mehr, statt von Sekundären, von überzähligen Bogen, denn sie sind dem Regenbogen wesentlich; nie mehr von Interferenzregenbogen, denn das ist der Hauptbogen ebenso wie die Sekundären.

Kleine Mitteilungen.

Über Magnetinduktion.

(Berichtigung und Ergänzung zu dem Aufsätze in Heft 2, S. 63.)

Von Dr. **O. Ehrhardt**, Direktor der Realschule in Karlsruhe.

Bei der Besprechung der Versuche über elektrische Motoren in dem angeführten Aufsätze ist auf S. 71 im Bestreben, möglichste Kürze der Darstellung zu erzielen, eine Unklarheit stehen geblieben, die, wie ich gelegentlich erkannte, Widerwärtigkeiten beim Experimentieren bereiten kann und die ich deshalb im folgenden berichtigen möchte.

Wie auf S. 67 (Mitte) jenes Aufsatzes erwähnt ist, zeigen kleine Modelle von Dynamomaschinen, da ihr Induktionsstrom sehr schwach ist, infolge des remanenten Magnetismus der Feldmagnete beim Umkehren der Rotationsrichtung des Ankers das Verhalten der magnetelektrischen Maschine. Deshalb kann es leicht eintreten, daß beim Versuch mit dem Modell einer Dynamomaschine bei einer bestimmten Rotationsrichtung des Ankers, die mit der Hand bewirkt wird, ein Induktionsstrom entsteht, dessen Richtung in der Schenkelwicklung nicht der Lage der remanenten Feldpole entspricht (der also bei einer größeren Maschine diese nicht verstärken, sondern schwächen oder vernichten würde). Dazu kommt noch der weitere Umstand: Bei dem Versuch, in welchem nach dem Hervorrufen des Induktionsstroms durch Drehen des Ankers mit der Hand erst ein Batteriestrom von umgekehrter Richtung (verglichen mit der des eben entstandenen Induktionsstroms) in die Dynamomaschine geschickt wird, werden durch diesen Batteriestrom nur dann, wenn der oben erwähnte Fall vorliegt, Feldpole erzeugt, welche jenen Induktionsstrom von der beobachteten Richtung hätten erzeugen können. Hierdurch kann Confusion in der Versuchsreihe über elektrische Motoren hervorgerufen werden; dieselbe wird deshalb zweckmäßig in folgender Weise angestellt (die Fußnote 9 auf S. 71, deren letzter Satz in der dortigen Form unrichtig ist oder doch sehr leicht mißverstanden werden kann, wird damit gegenstandslos).

Die Versuche mit Modellen von elektrischen Motoren beginnen mit einem solchen mit Stahlmagnet (S. 70, letzter Absatz). Ist die Richtung des Induktionsstroms, der beim Drehen des Ankers mit der Hand in bestimmter Richtung, etwa rechtsum, entsteht, beobachtet, so wird ein Batteriestrom gleicher Richtung wie dieser Induktionsstrom in die Leitung geschickt und erkannt, daß dann der Anker sich linksam dreht; ein Batteriestrom von entgegengesetzter Richtung bewirkt eine Rotation des Ankers rechtsum. Diese Versuche mit einem magnetelektrischen Maschinchen entsprechen also ganz denen, welche vorher mit der Spule angestellt wurden (S. 69 f.).

Darauf wird das magnetelektrische Maschinchen ersetzt durch ein Dynamomaschinchen und zunächst in der Vorbereitung des Versuchs durch Schließen von S und Öffnen von S' (E steht durch einen Commutator mit der Leitung in Verbindung) ein kurz dauernder Strom von bestimmter Richtung in das Maschinchen geschickt, sodafs man sicher ist, daß die Lage der remanenten Feldpole jener Richtung dieses Batteriestroms entspricht. Diese Richtung wird am Galvanoskop beobachtet, der Ausschlag der Lichtmarke erfolge nach rechts. Nun dreht man beim Beginn des eigentlichen Versuchs den Anker des Maschinchens mit der

Hand in solcher Richtung, daß ein Induktionsstrom gleicher Richtung (Ausschlag rechts) erfolgt. Der Batteriestrom gleicher Richtung, den man nun nochmals einleitet, dreht den Anker in umgekehrter Richtung. Die Umkehrung des Batteriestroms bewirkt keine Umkehrung in der Ankerdrehung, weil durch die Umkehrung des Batteriestroms auch die Lage der Feldpole wechselt.

Zeitberechnung für den Fall eines Planeten zur Sonne.

Von **J. Jung** in Bielitz (Österr. Schlesien).

Zur Berechnung der Zeit t , welche ein materieller Punkt M braucht, um geradlinig von der Raumstelle P nach einem im Abstand r fest angebrachten, gemäß dem Newtonschen Gesetze anziehenden Centrum C zu stürzen, kann man sich folgendermaßen des dritten Keplerschen Gesetzes bedienen, das hier als Beobachtungsthatsache zu gelten hat. Die vorliegende Bewegung bildet den Grenzfall eines elliptischen Umlaufes von M um C mit P als „Aphel“, wobei das andere Ende der großen Achse bis in den Brennpunkt C gerückt und die Bahn geradlinig geworden ist. Wäre nun T die Umlaufszeit von M bei elliptischer Bahn mit r als halber großer Achse, so müßte nach dem dritten Keplerschen Gesetze bestehen:

$$(2t)^2 : T^2 = \left(\frac{r}{2}\right)^3 : r^3 = 1 : 8,$$

woraus folgt:

$$t = \frac{T}{4\sqrt{2}}.$$

Somit erhält man die Zeit, innerhalb welcher ein Planet z. B. vom Endpunkte seiner kleinen Bahnachse geradlinig zur Sonne stürzen würde, vermittelt Division seiner wirklichen Umlaufszeit durch $4\sqrt{2}$.

Nun ist ja wieder auf Grund des dritten Keplerschen Gesetzes die Umlaufszeit T aus der im Abstand 1 seitens C einem Punkte M erteilten Beschleunigung k elementar berechenbar, weil sie dieselbe ist wie im Falle völlig kreisförmiger Bewegung mit dem Halbmesser r ; in letzterem ist ja die Fliehkraft (der Masseneinheit) beständig gleich $\frac{4r^2\pi^2}{T^2} \cdot \frac{1}{r}$ und ebenso die ihr gleiche Anziehungskraft seitens C beständig gleich $\frac{k}{r^2}$, sodafs man hat

$$T = 2\pi r \sqrt{\frac{r}{k}}.$$

Es ist daher die zum Falle eines materiellen Punktes M in ein nach dem Newtonschen Gesetze anziehendes Centrum C im Abstände r , das im Abstände 1 die Beschleunigung k erteilt, benötigte Zeit t gegeben durch

$$t = \frac{\pi r}{2} \sqrt{\frac{r}{2k}}.$$

Verbrennungsversuche mit brennbaren Dämpfen und Gasen.

Von Prof. **Ant. Bukovský** in Kuttenberg.

Seit einem Jahre demonstriere ich auf eine sehr einfache Weise durch eine einzige Versuchsanordnung: 1. Verbrennung von Sauerstoff in brennbaren Gasen, 2. Chemische Harmonika und 3. Explosion brennbarer, mit Sauerstoff vermengter Dämpfe.

In einem ziemlich weiten Probierglase werden einige ccm Äther erwärmt und der Dampf an der Mündung angezündet. Alsdann leitet man den Sauerstoff durch eine gebogene Glasröhre, welche am Ende zu einer 1 mm breiten Spitze verjüngt ist. Sobald der Sauerstoffstrom die Ätherflamme passiert hat, brennt er in dem Ätherdämpfe. (Fig. 1.)

Unterbricht man jetzt den Strom, wenn die Mündung sich ca. 3 cm unter der Ätherflamme befindet, und läßt man ihn wieder für einen Augenblick mit voller Kraft strömen, entsteht eine heftige Explosion, die man jetzt in kleinen Intervallen durch rasch aufeinander

folgende Unterbrechungen des Stromes mehrmals wiederholen kann, ungeachtet, daß auch die Ätherflamme erloschen ist.

Nähert man sich mit kleiner Sauerstoffflamme der Ätheroberfläche, so entstehen zuckende und durchdringende Töne, deren Höhe nicht nur von den Dimensionen des Probierrglases, sondern auch von der Flammengröße abhängig ist. Bei dieser Oxydation bildet sich reichlich Aldehyd und Essigsäure, welche sich an den betreffenden feuchten Reagenspapieren rasch verraten.

Auch mit Alkohol, Benzol, Petroleum u. a. kann man alle drei Versuche mit gleichem Erfolge wiederholen. Es ist nur ratsam, die Probierrglasmündung bei den Explosionsversuchen stets in der Nähe einer Flamme zu halten, wenn die Dämpfe zu schwer sind. Am bequemsten werden diese Versuche ausgeführt, wenn man das Reagensglas in schiefer Stellung hält, während die genügend lange Kautschukröhre *r* (Fig. 1) knapp an der Glasröhre mit dem Zeigefinger und dem Daumen gehalten wird, wodurch man nicht nur der Röhre beliebige Stellungen geben, sondern auch den Strom durch Fingerdruck nach Bedarf regulieren oder unterbrechen kann. Auf ähnliche Weise bewirkt man gänzlich gefahrlos Explosionen der Gemische von Sauerstoff mit brennbaren Gasen. Das Probierrglas wird mit einem Handtuch unwickelt und am Stativ senkrecht befestigt. Nun leitet man das Gas durch *A* (Fig. 2.) und zündet es an; die Flamme sei kurz. Der Sauerstoff wird erst dann zugemischt, wenn die Spitze der Röhre *B* sich ca. 3 cm vom Rande des Probierrglases befindet. Nur bei dem Versuche mit Acetylen wird das Probierrglas durch eine einzige Explosion beinahe immer zertrümmert. Die Wasserstoff- und Leuchtgasexplosionen dagegen können gewöhnlich längere Zeit wiederholt werden. Durch erzeugte Hitze wird aber in diesem Falle das schützende Handtuch an der Glaswand bald angebrannt.

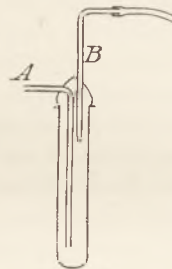


Fig. 1.

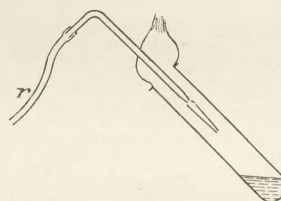


Fig. 2.

Die Bestimmung des Gewichts der Luft.

Von Dr. A. Schmidt in Friedenau.

Das Gewicht einer abgeschlossenen Luftmenge bestimmt man gewöhnlich in der Weise, daß man eine gläserne Hohlkugel wägt, dann luftleer macht und wieder wägt. Die Differenz der beiden Wägungsergebnisse ist das Gewicht der eingeschlossenen Luftmenge. Dabei kann sich aber leicht bei den Schülern eine falsche Vorstellung festsetzen, sofern sie den Auftrieb der umgebenden Luft nicht beachten. Sie werden in der Regel als Analogon ein Glasgefäß sich denken, das zuerst mit Wasser gefüllt, dann entleert auf die Wage gestellt wird. Sie beachten nicht, daß das Wassergefäß auch im Wasser gewogen werden müßte, und daß die zweite Wägung den Auftrieb zeigt, der bei der ersten aufgehoben ist.

Bei dem folgenden Versuch dürften die Schüler gezwungen sein, sich diesen Zusammenhang klar zu machen. Sein Wert liegt freilich in erster Linie nicht in diesem theoretischen, sondern in dem einen großen praktischen Vorteil, daß man hierbei kaum den zehnten Teil an Mühe und Zeit braucht.

Man nimmt eine (unbrauchbar gewordene) elektrische Glühlampe, tariert sie, zerschlägt sie und bestimmt die Zunahme des Gewichtes.

Will man den analogen Wasserversuch vorher zeigen, so beschwert man eine Flasche mit Bleistücken, verkorkt sie und tariert sie unter Wasser ab, öffnet sie dann, so daß sie sich mit Wasser füllt, und bestimmt die Gewichtszunahme. Ein Controllversuch in der Luft zeigt, daß das in der Flasche enthaltene Wasser thatsächlich ebensoviel wiegt. Zu dem eigentlichen Versuch nimmt man des Preises wegen eine abgebrannte (also gratis zu erwerbende) Glühlampe von 16, 25 oder noch mehr Kerzen Lichtstärke, legt sie einige Minuten in Wasser und kratzt den mit Gips angesetzten Sockel mit einem kleinen Messer los oder zieht den mit Kitt befestigten unter leichtem Drehen ab. Darauf drückt man die Birne mit Hilfe einer

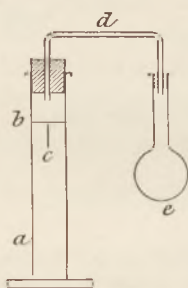
Glasplatte in einen mit Wasser gefüllten Cylinder, nimmt sie heraus und bestimmt durch Zugießen von Wasser das Volumen.

Darauf wird die Birne in eine leichte Schachtel gelegt, mit mehreren Lagen Seidenpapier bedeckt und das Ganze abtariert. Ein leichter Hammerschlag zertrümmert die Birne, und die Wage zeigt nun die Gewichtszunahme an. Die Gewichtszunahme ist so erheblich (ca. 0,15 g), daß man mit einer Tariervage auskommt. Das Papier zeigt sich an der vom Hammer getroffenen Stelle eingerissen, unter Umständen ist auch ein Stückchen Papier herausgerissen und nach innen gestofsen. Der untere Teil, der die Platinstückchen enthält, zerbricht dabei nicht, deshalb mag es mitunter auch gelingen, die Birne an dieser Stelle zu sprengen, so daß sie ihre Form behält. (Mir ist beim Ablösen des Sockels eine Birne an der Einschnürung glatt durchgerissen, so daß zwei unverletzte Teile übrig blieben.) Man kann auch nach vorsichtigem Einfeilen die Spitze abbrechen, ohne die Birne zu zertrümmern.

Nur an einem prinzipiellen Mangel leidet dieser Versuch. Man bestimmt das Gewicht der Luft, die die Birne erfüllt, mißt aber nicht ihr Volumen, sondern die Summe der Volumina von Luft und Glasmasse. Doch ist diese Ungenauigkeit so klein (kaum $\frac{1}{2}\%$), daß man sicherlich innerhalb der Fehlergrenzen bleibt, in die jeder Schulversuch gebannt ist.

Für die Praxis.

Zunahme des Druckes in einem Gase von unveränderlichem Rauminhalt beim Erwärmen. Von Dr. Geschöser in Öls. Im Anschluß an die interessanten Versuche, die Herr Rebenstorff im XI. Jahrgang (1898) S. 213 veröffentlicht hat, möchte ich auch noch einen Versuch mitteilen, bei dem der Cartesianische Taucher Verwendung findet. —



Wird ein Gasvolumen erwärmt, ohne daß es sich ausdehnen kann, so wächst der Druck, den es auf die Wände des einschließenden Gefäßes ausübt. Dies kann durch folgenden Versuch gezeigt werden. Ein Cylinder *a* ist bis zur Höhe *b* mit Wasser gefüllt, in dem Wasser schwimmt der Taucher *c*. In den Cylinder ist das zweimal rechtwinklig gebogene Glasrohr *d* durch einen Gummipfropfen luftdicht eingesetzt. Das andere Ende des Glasrohres ist durch einen zweiten Gummipfropfen luftdicht in den Glaskolben *e* geführt. Erwärmt man nun mittels einer Spirituslampe die Luft in *e*, so sinkt alsbald der Taucher in dem Cylinder zu Boden.

Entfernt man die Lampe, so kühlt sich das abgespernte Luftvolumen ab, und der Taucher steigt wieder in die Höhe.

Dieser Versuch gestattet allerdings keine Messung der Druckzunahme, doch ist er als Einführungsversuch insofern recht gut verwendbar, als das eingeschlossene Luftvolumen, abgesehen von der verhältnismäßig geringen Ausdehnung des Glaskolbens *e*, während der Dauer des Versuches unverändert bleibt.

Gasgemisch für die elektrische Pistole. Die Zusammensetzung des Wasserstoff-Luftgemenges zur Ladung der elektrischen Pistole überläßt man zur Ausschließung von „Versagern“ am besten nicht dem Zufall. In ein größeres, als Gasentwicklungsflasche vorgereinigtes Glasgefäß gießt man eine Bodenschicht nicht zu verdünnter Schwefelsäure und wirft kurz vor dem Aufsetzen des doppelt durchbohrten Korkes auf je 1 Liter des in der Flasche befindlichen Luftvolumens 1 g Zinkblech hinein (auf 0,1 g genau abgewogen). Während der in kürzester Frist erfolgenden Auflösung des Metalles bleibt die mit langem, herabhängendem Kautschukrohr versehene Gasableitungsröhre unverschlossen. Das für die Explosion wohlgeeignete Gasgemisch wird beim Laden der Pistole durch Wasser verdrängt, welches jedesmal in das Trichterrohr gegossen wird. Der Inhalt einer Literflasche reicht für zahlreiche Schüsse aus, welche bei der Zuverlässigkeit der Ladung nur wenig Zeit erfordern, sodafs man einen Vergleich über den Knall bei verschiedenen stark geschlossener sowie bei offener Pistole anstellen kann.

H. Rebenstorff, Dresden.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Bestimmung der Vergrößerung von terrestrischen Fernrohren. Im *Prometheus* No. 514 (1899) beschreibt J. PINNOW ein Verfahren, mit Hilfe der photographischen Camera die Vergrößerung von Taschenfernrohren oder Operngläsern zu ermitteln. Ein senkrecht gestellter, von der Sonne beschienener Maßstab (wie solche in physikalischen Instituten in Gebrauch sind) wurde bei Verwendung einer kleinen Blende, die der Austrittspupille des zu prüfenden Fernrohrs entsprach, photographiert; die Aufnahme wurde bei 1" Belichtungsdauer im Abstand von etwa 12 m im Freien ausgeführt. Darauf wurde das Fernrohr scharf auf den Maßstab eingestellt und so vor der Camera postiert, daß die Fassung des Okulars sich an die Blende des (einfachen) Objektivs der Camera anschloß. Durch Drehen des Fernrohrs um die senkrechte Achse des Stativs oder durch Verschieben des Metallstabes erreicht man, daß die Projektion des Maßstabes auf die Visierscheibe fällt. Das Bild erscheint auf der Platte erheblich größer als durch das Rohr betrachtet, und ist bedeutend lichtschwächer; fremdes Licht ist daher sorgfältig auszuschließen, indem man auch das Objektiv des Fernrohrs durch ein Tuch bedeckt. Unscharfe Einstellung des Fernrohrs läßt sich durch Verschieben der Visierscheibe nicht ausgleichen, sondern muß am Fernrohr selbst corrigiert werden. Die Dauer der Belichtung betrug 1 Minute. Zur Bestimmung der Vergrößerung legt man die entwickelten trockenen Platten beider Aufnahmen mit den Schichtseiten aufeinander und bestimmt das Verhältnis der Abstände beliebiger Striche auf beiden Platten durch direkte Messung; am besten indem man mit einem Meßinstrument die Länge der sichtbaren Teile des Maßstabes auf der ersten und zweiten Aufnahme mißt und daraus die Länge eines Teiles auf beiden Aufnahmen berechnet. Der Quotient giebt die Vergrößerungszahl.

Auch eine Fensterjalousie liefs sich zu dem gleichen Zweck verwenden. Um ein scharfes Bild zu erzielen, wurde auf eine nur wenige Centimeter vor der Jalousie befindliche Kerze eingestellt; nach deren Entfernung erfolgte die Aufnahme, wobei die Platten zur möglichsten Vermeidung der Lichthofbildung umgekehrt in die Kassette eingelegt waren. Danach wurde das Fernrohr gleichfalls auf die Kerze eingestellt. Fremdes Licht wurde dadurch ausgeschlossen, daß der Zeigefinger eines Handschuhs, von dem die Kuppe abgeschnitten war, über die das Okular tragende Hülle des Fernrohrs gezogen, und nachdem das Fernrohr vor den Apparat gesetzt war, der Handschuh um das Objektiv der Camera gelegt wurde. Statt einer Blende kam nur das Verschlussstück zur Anwendung. Die Aufnahme fand im Zimmer statt, die Belichtungsdauer war $\frac{1}{4}$ Minute bez. $\frac{1}{4}$ Stunde. Der Abstand zwischen Jalousie und Camera betrug 11,8 m. Es zeigte sich auch, daß es nicht nötig war, das Fernrohr dicht vor dem Apparat anzubringen; der Versuch gelang auch, wenn der Abstand zwischen beiden 5 cm betrug, wobei das neue Bild, da das Fernrohr dem Gegenstande genähert war, größer ausfiel. Dem Verfasser zufolge zeichnet sich das Verfahren vor der üblichen Schätzungsmethode durch Genauigkeit aus; indessen ist darauf zu achten, daß die aufzunehmenden Gegenstände sich in ausreichender Entfernung befinden, damit die Einstellung des Fernrohrs sich nicht erheblich von der auf Unendlich unterscheidet; andernfalls wird die Vergrößerung zu hoch gefunden, der Fehler kann dann durch Rechnung eliminiert werden.

Objektive Darstellung von Wechselströmen. In der *E. T. Z.* 12, 455; 1891 (*d. Zeitschr. V* 44) hat H. Behrend eine einfache Vorrichtung zur bildlichen Darstellung des Verlaufes von Wechselströmen beschrieben. In der *E. T. Z.* 20, 309; 1899 giebt ALFRED WEBER eine ähnliche einfache Einrichtung an, die ein anschauliches Bild der Ein- und Mehrphasenströme gewährt und zur Vorführung der wichtigsten Grundsätze der Wechselstromlehre gute Dienste leistet. Die obere äußere und die untere innere Grenzlinie der beiden Halbmonde in Fig. 1 erhält man, wenn man die Halbmesser des Kreises o um $R \sin \alpha$ verlängert oder verkürzt. Der Umfang des Kreises o bildet die obere innere und die untere äußere Grenzlinie. Die Konstruktion der Kurve ist aus der Zeichnung ohne weiteres zu ersehen. Befestigt man diese

Scheibe drehbar hinter der mit Schlitzten versehenen Scheibe Fig. 2, auf der derselbe o -Kreis aufgetragen ist, so werden in den Schlitzten die jeweiligen Werte des Wechselstroms nach Größe und Richtung (außerhalb des o -Kreises positiv und innerhalb negativ) sichtbar. Die Aufzeichnung der Wickelungen in Fig. 2 hat nur nebensächlichen Wert. Je nach Zahl und Lage der Schlitzte erhält man Bilder der verschiedenen Wechselstromsysteme. Bei Verwendung

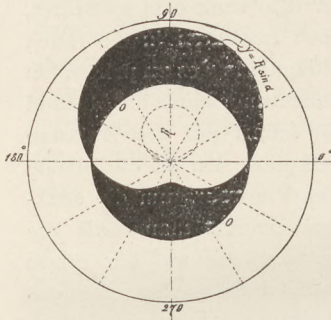


Fig. 1.

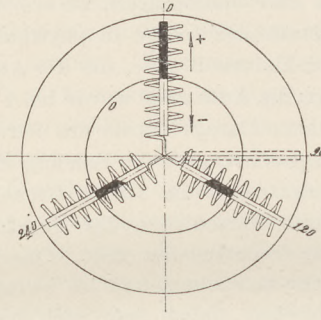


Fig. 2.

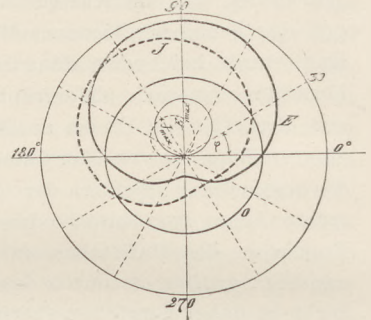


Fig. 3.

farbiger Linien lassen sich gleichzeitige Werte von Spannung und Stromstärke ebenso leicht darstellen. In Fig. 3 sind zwei entsprechende Kurven mit 30° Phasenverschiebung aufgezichnet, die je nach der Drehrichtung der Scheibe in positivem oder negativem Sinne zur Geltung kommt.

H.-M.

2. Forschungen und Ergebnisse.

Das Festwerden des Wasserstoffs. Von J. DEWAR (*C.R. CXXIX, 451; 1899*). Bereits gegen Ende 1898, als der Verf. flüssigen Wasserstoff in größerer Menge hergestellt hatte, versuchte er, denselben in festen Zustand überzuführen. Ein kleines, mit flüssigem Wasserstoff gefülltes doppelwandiges Probiergläschen (Fig. 1) wurde selbst wieder in ein Bad von flüssigem Wasserstoff gestellt;



Fig. 1.

gestellt; letzterer befand sich in einem größeren Dewarschen Gefäß mit doppelten Wänden und luftleerem Raum zwischen ihnen. Dieses Gefäß wurde geschlossen und durch ein gekrümmtes Rohr mit einer rasch wirkenden Luftpumpe in Verbindung gebracht. Jetzt ging die Verdampfung hauptsächlich in dem ringförmigen Raum vor sich, und die äußere Oberfläche des kleinen Gefäßes wurde auf derselben Temperatur erhalten wie die des flüssigen Wasserstoffs in dem ringförmigen Raum. So wurde dieser unter 10 mm Druck verdampft, doch zeigte sich noch keine Erstarrung. Der Verf. gab weitere Versuche vorläufig auf. Doch benutzte er den flüssigen Wasserstoff zu anderen Zwecken. Er bestimmte die Constanten einer großen Zahl von Thermometern mit elektrischem Widerstande und damit zugleich die durch rasches Sieden flüssigen Wasserstoffs erzeugte fortschreitende Abnahme der Temperatur.

Bei diesen Versuchen bemerkte man fast immer ein geringes Durchsickern von Luft, was dadurch sichtbar wurde, daß die Luft in der Form von Schnee im Innern des Recipienten an den Stellen erstarrte, wo sie dem kalten Dampf des ausströmenden Wasserstoffs begegnete. Wenn umspinnene Leitungsdrähte durch Kautschukstopfen hindurchgelegt werden müssen, ist es bei so tiefen Temperaturen sehr schwierig, das Durchsickern von Luft ganz zu verhindern, da die Stopfen hart wie Stein werden und der Kitt Risse bekommt.

Die Wirkung dieses Durchsickerns der Luft auf den flüssigen Wasserstoff bestand bei einem Druck von unter 60 mm darin, daß der Wasserstoff zu einer Masse, die wie gefrorener Schaum aussah, erstarrte. Der erste Eindruck war, daß man es mit einem schwammartigen Gebilde von fester Luft mit darin eingeschlossenem flüssigen Wasserstoff, vielleicht auch mit festem Stickstoff und flüssigem Sauerstoff zu thun habe. Da aber der weisse Schaum bei so

niedrigem Druck vollständig verdampfte, ohne eine schätzbare Menge fester Luft zurückzulassen, so wurde Verf. zu dem Schlusse geführt, daß der Körper vielleicht fester Wasserstoff sein könne. Diese Vermutung wurde bestätigt durch die Beobachtung, daß bei Vergrößerung des Druckes bis gegen 55 mm der feste Körper schmolz. Der Misserfolg des ersten Versuchs muß der Unterkühlung der Flüssigkeit zugeschrieben werden, die hier durch die Berührung mit den Metalldrähten und durch die Spuren fester Luft vermieden wurde. Um die Frage definitiv zu entscheiden, wurde folgender Versuch angestellt.

Ein Glasballon *c* (Fig. 2) von ungefähr 1 Liter Inhalt, in dessen Hals ein kleines Quecksilbermanometer *d* und ein langes gekrümmtes Glasrohr eingekittet war, wurde mit reinem trockenen Wasserstoff gefüllt und zugeschmolzen. Der kalibrierte untere Teil *ab* des Rohrs war umgeben von flüssigem Wasserstoff, der sich in einem evakuierbaren Gefäße befand. Sobald der Druck hier merklich unter den Atmosphärendruck herabgesunken war, begann völlig klarer flüssiger Wasserstoff sich in dem Rohr *ab* anzusammeln, was so lange beobachtet werden konnte, bis der in dem äußeren Gefäße befindliche flüssige Wasserstoff sich ganz plötzlich bei einem Druck von 30 bis 40 mm in eine weiße, festem Schaum gleichende Masse verwandelte, die beinahe den ganzen ringförmigen Raum erfüllte. Da eine Beobachtung des im Innern von *ab* befindlichen Wasserstoffs wegen der Bedeckung durch die feste Masse nicht möglich war, wurde der ganze Apparat, das Unterste zu oberst, umgekehrt. Da jetzt keine Flüssigkeit aus dem Rohre *ab* in den Ballon herabfloß, mußte man annehmen, daß auch der Wasserstoff in *ab* fest geworden war.

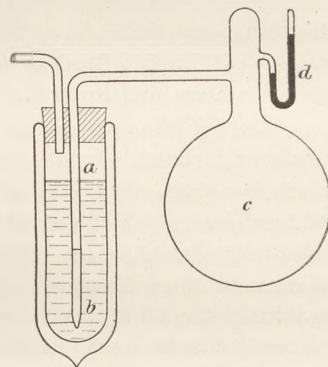


Fig. 2.

Wurde die Evakuierung des äußeren Gefäßes auf 25 mm gebracht, so wurde bei sehr heller Beleuchtung der darin befindliche feste Körper allmählich weniger undurchsichtig, und man konnte sehen, daß der Stoff in dem Rohr *ab* ein in seinem Innern durchsichtiges Eis bildete, bei dem nur die Oberfläche den Schaum zeigte. Letzterer verhinderte die Bestimmung der Dichte des festen Körpers; doch fand der Verf. die maximale Dichte der Flüssigkeit zu 0,086, die Dichte am Siedepunkt zu 0,07.

Der feste Wasserstoff schmilzt, wenn der Druck des gesättigten Dampfes ungefähr 55 mm erreicht. Zur Bestimmung der Schmelztemperatur dienten zwei Wasserstoffthermometer mit constantem Volumen. Sie enthielten Wasserstoff von 0°, das eine unter einem Druck von 269,8 mm, das andere von 127 mm. Die mittlere Temperatur des festen Wasserstoffs wurde bei einem Druck von 35 mm zu 16° absolut bestimmt. Versuche, die der Verf. mit elektrischen Widerstandsthermometern bei so tiefen Temperaturen anstellte, hatten keinen Erfolg.

Aus dem Siedepunkte, der 21° abs. bei 760 mm, 16° abs. bei 35 mm ist, und der Spannung des gesättigten Dampfes von 55 mm berechnet Verf. den Schmelzpunkt als zwischen 16° und 17° abs. Die niedrigste durch Verdampfung des festen Wasserstoffs zu erhaltende Temperatur ist 14° bis 15° absolut. Die kritische Temperatur des Wasserstoffs beträgt 30° bis 32° abs.; die Schmelztemperatur ist also ungefähr halb so groß. Eine ähnliche Beobachtung gilt für den Schmelzpunkt und die kritische Temperatur des Stickstoffs. Das schäumende Aussehen des erstarrten Wasserstoffs, wenn er in einem gewöhnlichen luftleeren Gefäße erzeugt wird, ist der geringen Dichte der Flüssigkeit und der Thatsache zuzuschreiben, daß die ganze Masse in rasches Sieden gerät.

Die Versuche über das Festwerden des Wasserstoffs scheinen dem Verf. die Annahme zu zerstören, daß der Wasserstoff ein Metall sei; man muß ihn in Zukunft zu den nicht-metallischen Elementen rechnen.

Schk.

Langwellige Wärmestrahlen. Eine neue Methode, um langwellige Wärmestrahlen zu isolieren, beschreiben RUBENS und ASCHKINASS (*Wied. Ann.* 67, 459; 1899). Auf Grund der durch frühere Versuche (*vergl. d. Ztschr.* XII 104) festgestellten Thatsache, daß Wärmestrahlen

von großer Wellenlänge durch Quarz viel stärker gebrochen werden als die sichtbaren Strahlen, finden die Verfasser in der Anwendung spitzwinkliger Quarzprismen ein Mittel, diese langwellige Strahlung aus der Gesamtemission einer Energiequelle auszusondern. Das Quarzprisma (brechender Winkel $6^{\circ} 2'$) befand sich auf dem Tische des Spiegelspektrometers; die durch das Prisma gegangenen Strahlen fielen auf eine Steinsalzplatte. Es wurde die von dieser Platte absorbierte Strahlung gemessen. Während die meisten Strahlen von dem Steinsalz durchgelassen werden, findet an einigen Stellen des untersuchten Spektralgebietes eine Absorption der Energie statt, durch deren Messung die Quantität der gesuchten langwelligen Strahlung angezeigt wird. Die Strahlen, für die die Absorption durch das Steinsalz ein Maximum wird, ergaben aus dem Prismenwinkel und der Ablenkung den Brechungsexponenten $n = 2,18$. Die mit Hilfe des Beugungsgitters gemessene Wellenlänge war $\lambda = 56 \mu$. Die Strahlen liegen ziemlich genau in der Mitte zwischen den „Reststrahlen“ des Steinsalzes und Sylvins.

Der Brechungsexponent stimmt mit dem aus der Ketteler-Helmholtz'schen Theorie berechneten ziemlich gut überein und ergibt auch schon nahezu die Wurzel aus der Dielektrizitätskonstante. Ein Versuch, mit Prismen aus Flußspat noch weiter als 60μ in das langwellige Spektralgebiet vorzudringen, gelang nicht. Wahrscheinlich liegt das an dem raschen Abfall der Strahlungsenergie mit zunehmender Wellenlänge. Die Größe des Strahlungsmaximums eines Auerbrenners, das bei $1,5 \mu$ liegt, ist schon 800 000 mal größer als die Strahlung für 60μ . Andererseits ist die Intensität des zwischen 50 und 60μ liegenden Spektralgebietes noch größer als die gesamte Energie des jenseits 60μ liegenden Spektrums.

Schk.

Eigenschaften des glühenden Natriumdampfes. Bereits 1880 hat Kundt (*Wied. Ann.* 10, 321) die anomale Dispersion des glühenden Natriumdampfes nachgewiesen. Er benutzte dazu die Methode der gekreuzten Spektren, indem ein Glasprisma mit vertikaler brechender Kante und eine durch Natrium gefärbte Bunsensche Flamme, deren intensiv leuchtender Kegel wie ein Prisma mit oben liegender horizontaler Kante wirkte, in den Gang der Lichtstrahlen gebracht wurden. Es zeigte sich dann, daß das Spektrum zu beiden Seiten des breiten Streifens, in dem sich bei sehr starker Lichtintensität die beiden D-Linien durchdringen, an seinem oberen und unteren Rande eine spitz zulaufende Ausbiegung besitzt, die an der brechbareren Seite nach oben, an der weniger brechbaren nach unten gerichtet ist. Im Jahre 1887 wurde dieser Versuch von Winkelmann (*Wied. Ann.* 32, 439) verbessert, indem er die immerhin kegelförmige Flamme durch einen besonderen Brenner in eine wirklich prismatische umwandelte. Beide Forscher sind auf eine nähere Untersuchung der Erscheinung, besonders wie sie sich zwischen den beiden D-Linien darstellt, nicht eingegangen.

Die Entdeckung von Macaluso und Corbino, daß die Polarisationssebene des Lichts im magnetischen Felde beim Durchgang durch Natriumdampf in der Nähe der Absorptionslinien gedreht wird (*diese Ztschr.* XII 102) führte BECQUEREL zu der Vermutung, daß jene Eigenschaft mit der anomalen Dispersion des Natriumdampfes zusammenhänge. Er untersuchte diese auf folgende Weise (*C. R. CXXVII*, 899; 1898). Eine kleine Platinrinne, bestehend aus einem rechtwinklig gebogenen Platinblech, wird horizontal in die Flamme gestellt; in die Rinne bringt man die zu verflüchtigende Substanz (Chlornatrium). Die Flamme teilt sich dann in zwei Teile, wie die Figur 1 zeigt; in der Höhe cd bilden sich zwei Prismen, deren horizontale Kante oben ist, während in der unmittelbaren Nähe der Rinne bei ab ein Prisma entsteht, dessen horizontale Kante unten liegt und dessen Winkel dem der Rinne sehr nahe kommt.

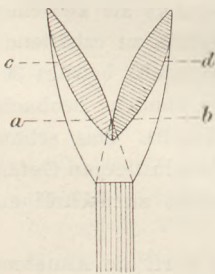


Fig. 1.

Die Strahlen einer Bogenlampe werden in einem horizontalen Spalt konzentriert und durch eine Linse parallel gemacht; sie durchdringen die prismatische Flamme, dann eine zweite Linse und werfen ein Bild des horizontalen Spalts auf den vertikalen Spalt eines Rowlandschen Gitterspektroskops. Ist der Brenner noch nicht entzündet, so beobachtet man

ein kontinuierliches horizontales Spektrum, dessen Höhe von der Breite des horizontalen Spalts abhängt. Führt man die prismatische Flamme in den Gang der Strahlen, so sieht man die beiden D -Linien als breite Streifen; zugleich ist das Spektrum auf beiden Seiten und in unmittelbarer Nähe jedes Streifens zerrissen. Gegenden des Spektrums, die von den Streifen entfernt sind, erscheinen kontinuierlich und nur ein wenig geneigt.

Nimmt man den Teil cd der Flamme, so bietet das Spektrum einen Anblick wie in Fig. 2; nimmt man den Teil ab , so erhält es ein umgekehrtes Aussehen mit beträchtlicher Verschiebung wie in Fig. 3. Diese Verschiebung wird um so größer, je größer der Winkel der Rinne ist.

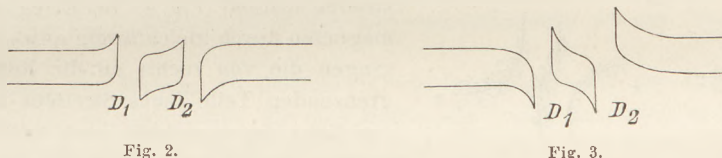


Fig. 2.

Fig. 3.

Die horizontalen Verschiebungen sind proportional den Wellenlängen λ , die vertikalen Verschiebungen den Brechungsexponenten n des Dampfes. Die Kurven geben also die Änderung des Brechungsexponenten als Funktion der Wellenlänge, und die Tangenten geben durch ihren Winkelcoefficienten die relativen Werte von $dn/d\lambda$. Die Spektren wurden photographiert und ausgemessen. Als Marklinie für die vertikalen Verschiebungen diente ein Faden im vertikalen Spalt; zur Messung der horizontalen Verschiebungen mußten die beiden D -Linien sehr genau photographiert werden. Aus den Messungen ergab sich ein hyperbolischer Verlauf der Kurven. Die Deformation des Spektrums beginnt etwa $3\frac{1}{2}$ D_1 - D_2 Distanzen diesseits von D_1 und $4\frac{1}{2}$ solcher Distanzen jenseits D_2 .

Der Versuch BECQUERELS bestätigt also, daß der Natriumdampf in der Nähe der D -Linien sehr starke anomale Dispersion besitzt. Dieselben Stellen des Spektrums, in denen nach den Versuchen von Macaluso und Corbino das magnetische Drehungsvermögen viel tausendmal größer ist als das der benachbarten Strahlen, sind zugleich die Stellen, für welche die Werte $dn/d\lambda$ viel tausendmal größer werden. Eine erste Prüfung zeigte auch, daß die Winkel der an die Kurven gelegten Tangenten den magnetischen Drehungen proportional sind; Stellen mit gleicher Drehung haben parallele Tangenten. Es geht daraus hervor, daß die Werte von $dn/d\lambda$, oder genauer, wie Verf. ausführt, $\lambda \cdot dn/d\lambda$ für entsprechende Wellenlängen zugleich die relativen Größen der magnetischen Drehungen angeben.

Mit Lithiumdampf erhielt der Verf. bei derselben Versuchsanordnung ebenfalls anomale Dispersion auf beiden Seiten der charakteristischen roten Linie.

In einer späteren Arbeit (*C. R. CXXVIII, 145; 1899*) führt BECQUEREL aus, daß die Linien D_1 und D_2 selbst zu den hyperbolischen Dispersionskurven die Asymptoten bilden. Die Unsymmetrie der Kurven zeige ferner, daß sie das Ergebnis der Überlagerung zweier Wirkungen sind, von denen die eine sich auf D_1 , die andere sich auf D_2 bezieht. Außerhalb der Linien addieren sich beide Wirkungen, zwischen ihnen reduzieren sie sich bis zur Vernichtung. Bei D_2 ist die Anomalität nahezu die doppelte wie bei D_1 .

Da die Flamme in der Nähe der Platinrinne den Rändern derselben nahezu parallel war, so konnte der Winkel der Rinne zugleich den Prismenwinkel abgeben; er betrug bei den meisten Versuchen zwischen 135° und 120° . Verf. maß hierdurch den Brechungsexponenten. Nähert man sich im Spektrum einer der D -Linien vom Rot zum Blau, so wachsen die Brechungsindices rasch an, in unmittelbarer Nähe von D_1 oder D_2 werden sie kleiner als 1.

Zum Schlusse zeigt der Verf., daß die von Helmholtz und Lord Kelvin gegebene Theorie der anomalen Dispersion seine Beobachtungen ebenfalls darstellt. Wie LORD KELVIN selbst im *Phil. Mag.* (47, 302; 1899) zeigt, sind die Becquerelschen Ergebnisse auch in Übereinstimmung mit der bereits 1872 von Sellmeyer gegebenen Theorie der Verbreitung des Lichts in absorbierenden Mitteln.

Eine weitere neue Eigenschaft des Natriumdampfes teilt W. VOIGT mit (*Wied. Ann.* 67, 345; 1899). Auf Grund theoretischer Erwägungen über das Zeemannsche Phänomen war er

zu dem Ergebnis gelangt, daß eine im Magnetfelde befindliche Natriumflamme senkrecht zu den Kraftlinien Doppelbrechung zeigen müsse. Der Versuch bestätigte die Theorie vollständig. Das unter 45° gegen die Kraftlinien polarisierte Licht einer elektrischen Lampe durchsetzte die Flamme in ihrer ganzen Länge und passierte dann ein Rowlandsches Gitter. Ein vor dem Ocular befestigtes Nicol wurde auf grüßte Dunkelheit eingestellt. Brachte man jetzt vor den senkrechten Spalt des Spektrometers einen Babinet'schen Compensator mit horizontalen Prismenkanten, so hellte sich das Gesichtsfeld auf, und außer den jetzt dunkeln *D*-Linien wurde senkrecht zu diesen ein schwarzer Interferenzstreifen sichtbar (Fig. 4). Bei Erregung des Elektromagneten durch gleichförmig anwachsenden Strom gingen die von rechts an die Natriumlinien angrenzenden Teile jenes Streifens nach oben, die von links angrenzenden nach unten, so daß der Streifen sich in der Gestalt der Fig. 5 darstellte.



Fig. 4.



Fig. 5.

Die *D*-Linien selbst wurden dabei merklich heller als der Absorptionsstreifen. Der Grund hierfür liegt in dem durch das Feld erzeugten Zeemann'schen Effekt: in der Mitte und an den Rändern der *D*-Linien wird nur je eine der beiden senkrecht zu einander polarisierten Componenten fortgepflanzt, so daß eine Interferenz dieser Strahlen nicht eintreten kann, und die Absorptionslinien neben den Interferenzstreifen relativ hell erscheinen. Beim Umkehren des Magnetfeldes bleibt die Erscheinung ungeändert.

VOIGT giebt eine sehr umfassende Theorie des Einflusses eines Magnetfeldes auf die Lichtbewegung in absorbierenden Mitteln und gelangt zu Formeln, welche auch das Zeemann'sche Phänomen und die Beobachtungen von Macaluso und Corbino darstellen. Über die Details dieser Theorie muß auf die Abhandlung selbst verwiesen werden.

Die Voigt'schen Versuche wurden von BECQUEREL (*C. R. CXXVIII 149*) mit bestem Erfolge wiederholt. Mit der prismatischen Flamme erzeugte er wieder die Kurven der anomalen Dispersion; ein vor den Spalt gestelltes Kalkspatrhomboid gab zwei senkrecht zu einander polarisierte Bilder der *D*-Linien, die sich bei Erregung des Feldes in ungleicher Stärke verdoppelten; zugleich verschoben sich die Zweige der Dispersionskurven je nach der in ihnen vorhandenen Schwingungsrichtung, indem sich die äußeren Zweige von einander entfernten, die innern sich näherten. Diese ungleiche Verschiebung der Kurven in beiden Bildern zeigt, daß die Vibrationen parallel und senkrecht zum Felde nicht denselben Brechungsindex haben, mithin die Flamme doppelbrechend sein muß. Der Verf. begründet es aus der Theorie, daß seine Kurven eine ähnliche Form haben müssen wie die von Voigt erhaltenen, nur daß letztere etwas mehr geneigt sein werden.

Die im magnetischen Felde eintretende Doppelbrechung der Natriumflamme wurde auch von CORTON beobachtet (*C. R. CXXVIII 294*). Er ließ die durch die Flamme hindurchgegangenen Strahlen durch ein Rowlandsches Gitter gehen und untersuchte mit einem Analysator den Polarisationszustand. Die Flamme muß reich an Natrium sein und breite Linien geben. Durch ein Feld von 10 000 CGS verbreitern sich die *D*-Linien, und ihre Ränder erhalten ein unsymmetrisches Aussehen. Durch den Analysator sieht man in der Nähe beider Linien mehrere helle und dunkle Interferenzstreifen. Die von der Flamme ausgehenden Schwingungen, deren Periode der einer Linie nahe steht, sind also elliptisch geworden, und zwar ergibt sich bei näherer Prüfung, daß für Strahlen von größerer Brechbarkeit als die *D*-Linien die senkrecht zum Felde schwingende Componente der andern voran ist, während für weniger brechbare Strahlen das Umgekehrte eintritt. Der Gangunterschied wächst mit der Annäherung an die *D*-Linie. Für Strahlen von derselben Schwingungsperiode wie die Absorptionslinie verhält sich die Flamme wie ein Turmalin, dessen Achse parallel oder senkrecht zu den Kraftlinien liegt.

Schk.

Der Daguerresche Prozeß. Wie O. WIENER in *Wied. Ann. 68, 145; 1899* ausführte, hatte bereits Daguerre gefunden, daß eine jodierte Silberplatte dann am empfindlichsten ist, wenn sie eine goldgelbe Farbe angenommen hat. Ließ man die Platte zu lange im Jodierungs-

kasten, so wurde sie violett und war dann viel weniger empfindlich. Das Gleiche war der Fall, wenn die Jodierung zu kurze Zeit andauerte. Schon aus dieser Beobachtung schien eine mit wachsender Jodsilberschicht periodisch wechselnde Empfindlichkeit der Daguerreschen Platte hervorzugehen.

WIENER setzte eine auf einer Glasröhre liegende Silberplatte Joddämpfen aus und erhielt so auf der Platte einen Jodsilberdoppelkeil, was aus den parallel zur Berührungslinie der Glasröhre auftretenden Interferenzstreifen zu erkennen war. Wurde jetzt auf die Platte senkrecht zu der Keilschneide ein Spektrum entworfen und die Platte entwickelt und fixiert, so zeigten sich drei Streifen parallel zur Keilschneide. Daraus ging hervor, dafs mit zunehmender Dicke der Jodsilberschicht die Lichtempfindlichkeit in der That periodisch schwankt.

Um die Lage der Maxima zu bestimmen, wurde die Platte in der zur Keilschneide senkrechten Richtung durchschnitten, die eine Hälfte wie vorhin behandelt und dann beide Hälften wieder zusammengelegt. Betrachtete man jetzt die unbelichtete Hälfte in senkrechtem Lichte durch blaues Glas, so sah man die im blauen Teile des Spektrums entwickelten Streifen ungefähr an denselben Stellen wie die dunkeln Interferenzstreifen der unbelichteten Platte. Die Maxima der Lichtempfindlichkeit liegen also an den Stellen, wo die beiden, vorn und hinten reflektierten Lichtwellen beim Austritt in Luft entgegengesetzte Phasen haben. Da die in Luft an Jodsilber zurückgeworfene Welle eine Phasenänderung von einer halben Wellenlänge erhält, so haben die an der hintern Grenze reflektierte und die ankommende Welle an der Oberfläche gleiche Phasen, d. h. dort liegen die Bäuche der stehenden Lichtwellen. Die Daguerresche Platte besitzt also dann ein Maximum der Empfindlichkeit, wenn in ihrer Oberfläche ein Bauch der stehenden Lichtwellen liegt.

Eine genauere Untersuchung der Veränderungen, die Jodsilber im Licht erfährt, stellte H. SCHOLL an (*Wied. Ann.* 68, 149; 1899). Um die Entwicklungstreifen auf der Keilplatte recht scharf zu erhalten, wurde möglichst homogenes blaues Licht benutzt. Verf. befreite das weifse Licht durch eine dünne Jodsilberschicht von den violetten, durch eine Lösung von Kupferoxydammoniak von den roten, gelben und grünen Strahlen; das so filtrierte Licht enthält dann nur blaue Strahlen zwischen 455 und 430 $\mu\mu$. Die auf der belichteten Halbplatte erhaltenen Streifen bildeten die genaue Fortsetzung der Interferenzstreifen auf der unbelichteten Hälfte und bestätigten das genaue Zusammenfallen der Maxima der Empfindlichkeit mit den Bäuchen der stehenden Lichtwellen.

Verf. untersuchte jetzt, ob auch im Innern der Jodsilberschicht Stellen maximaler Entwicklungsfähigkeit (den hier entstehenden Bäuchen entsprechend) vorhanden sind. Bei Beseitigung einer oberflächlichen Schicht müfste dann eine Verschiebung der Streifen eintreten. Mit weichem Leder und Polierrot wurde ein mittlerer, senkrecht zur Keilkante laufender Streifen so bearbeitet, dafs die Platte hier eine deutliche Ausbauchung der Interferenzstreifen zeigte. Eine entsprechende Ausbauchung der Entwicklungstreifen konnte nicht bemerkt werden; auch bei photographischer Aufnahme zeigten sich beide Streifen an der abgewischten Stelle abweichend von einander. Die Annahme, dafs auch im Innern der Schicht die Entwicklungsfähigkeit dem lokalen Werth der Lichtintensität entspricht, ist also nicht zutreffend; es müssen sich daher in der Oberfläche der Jodsilberschicht Vorgänge abspielen, durch welche die Entwicklungsfähigkeit beeinflusst wird.

Der Verf. untersuchte hierauf Jodsilberschichten auf Glas ohne Silberunterlage. Eine solche wird durch intensive Belichtung bald getrübt. Diese Trübung findet wesentlich langsamer statt, wenn die Oberfläche des Jodsilbers mit Kollodium überzogen ist. Die Vermutung, dafs dadurch ein Jodaustritt verhindert werde, erwies sich als unrichtig; eine in Joddampf befindliche Platte trübte sich gerade sehr rasch. Die Trübung hörte fast vollständig auf in einer Atmosphäre von Wasserstoff oder Stickstoff, war dagegen in Sauerstoff noch viel stärker als in Luft.

Weitere Versuche führten den Verf. zu der Überzeugung, dafs die getrübt Schicht durch reines, mechanisch fein verteiltes Jodsilber selbst gebildet wird und dafs der Sauer-

stoff bei dem Prozeß nur die Rolle einer katalytischen Substanz spielt. Das belichtete Jodsilber würde hiernach dissoziiert sein, und das Silber mit dem Sauerstoff der Luft eine Verbindung bilden, die aber als lichtunbeständig gleich zerfällt, sodafs wieder eine Rückbildung von Jodsilber eintritt. Die fortwährende Umlagerung der Atome würde dann mit einer Auflockerung und Trübung der ganzen Schicht verbunden sein. Wegen der gröfsern Verwandtschaft des Jods zum Silber wird die Anwesenheit von Jod den Zerfall des dissoziierten Jodsilbers noch mehr begünstigen als Sauerstoff, die Trübung also noch rascher eintreten.

Bei der Belichtung einer Jodsilberschicht mit Silberunterlage findet eine Jodierung der letzteren statt. Man erkennt dies leicht aus dem Aufhören des Metallglanzes und dem Auftreten von Interferenzfarben an der Innenseite. Bei Abschluß der Luft von der Oberfläche geht der Prozeß langsamer vor sich; der Sauerstoff spielt also auch hier eine katalytische Rolle. Das Jodsilber wird durch das Licht zerlegt und das freie Jod wandert mit dem Licht durch die Schicht hindurch und jodiert das metallische Silber an der Glasfläche, während das vorn gebildete Silberoxyd wieder in Silber und Sauerstoff zerfällt. Danach besteht die belichtete Schicht vorn (an Luft) aus Silber, hinten (am Glas) aus Jodsilber. Die zuerst vorn vorhandenen Interferenzstreifen treten nach der Belichtung auf der Rückseite auf und zwar an genau denselben Stellen, woraus zu schliessen ist, dafs die Dicke der hinten gebildeten Jodsilberschicht dieselbe ist wie die Dicke der vorn verschwundenen. Eine zwischen zwei Gelatineflächen eingeschlossene Jodsilberschicht zeigte dieselben Erscheinungen.

Das belichtete Jodsilber erzeugt eine elektromotorische Kraft. Der Verf. brachte Jodsilber zwischen zwei in Glas eingebrannte Platinspiegel, die mit den Klemmen eines Galvanometers verbunden waren; durch Erhitzen wurde das Jodsilber geschmolzen und dann abgekühlt. Bei Belichtung mit violetterm Licht gab das Galvanometer einen Ausschlag, der mit der Lichtrichtung wechselte; die Richtung des Stromes zeigte auch hier an, dafs das Jod mit dem Licht wanderte. — Jedenfalls sind auch die früher beschriebenen Veränderungen des belichteten Jodsilbers mit elektrischen Ladungen verbunden, deren Kenntnis notwendig sein dürfte, um einen vollen Einblick in den Daguerreschen Prozeß zu erhalten. *Schk.*

Die Durchlässigkeit undurchsichtiger Körper für Lichtstrahlungen großer Wellenlänge.
GUSTAVE LE BON (*C. R.* 128, 297; 1899) hat bei der Fortsetzung seiner Untersuchungen der Strahlungserscheinungen, die er ehemals „schwarzes Licht“ nannte, gefunden, dafs die undurchsichtigen Körper Strahlungen großer Wellenlängen leicht durchlassen, und dafs es mit sehr einfachen Mitteln leicht möglich ist, in ganz undurchsichtige Behälter eingeschlossene Gegenstände in der Dunkelkammer in wenigen Sekunden zu photographieren. Seine Veröffentlichung behandelt nur die undurchsichtigen Nichtleiter. Als empfindliche Platte benutzte er phosphoreszierende Zinksulfür-Schirme, die nach dem Verfahren von Ch. Henry hergestellt waren. Die darauf erzeugten Bilder fixierte er, indem er den Schirm eine Minute lang auf eine photographische Platte legte und diese auf die übliche Weise entwickelte. Die weniger brechbaren Strahlen des Spektrums vernichten die Lichtwirkungen, die die brechbaren Strahlen auf die phosphoreszierenden Stoffe ausüben. Bei dem Zinksulfür reicht das Beleuchtungsspektrum etwa von *G* bis über Violett hinaus mit einem Maximum bei *H* und das Auslöschungsspektrum von *F* bis ins Infrarote mit einem Maximum, das sich mit der Lichtquelle ändert, bei $1,5 \mu$. LE BON hat festgestellt, dafs die Empfindlichkeit des Zinksulfürschirms für das Auslöschungsspektrum mindestens gleich der Empfindlichkeit der photographischen Platten für das gewöhnliche Licht ist. Als Lichtquelle benutzte er eine gute Petroleumlampe, die vollständig mit schwarzem Papier umgeben war. LE BON brachte verschiedene undurchsichtige Körper, wie Ebonit u. s. w., zwischen die Lampe und den Schirm und bestimmte die Zeit, die erforderlich war, um das Bild eines Gegenstandes, z. B. einer Metallscheibe, die auf der anderen Seite des undurchsichtigen Körpers angeordnet war, zu erzeugen. Von den untersuchten Stoffen war nur Kienrufs sehr undurchlässig. Man kann daher leicht das Bild einer Druckseite herstellen, die in einen Umschlag aus schwarzem Papier gesteckt ist, der in einem Ebonitkasten liegt. LE BON versuchte ferner die dunkeln Strahlen abzublenden, indem er vor ein Blatt schwarzen Papiers, das auf

dem Schirm lag, 1 cm starke Platten von Steinsalz, Alaun, Flintglas, Rauchquarz, Crownglas und grünem Glas stellte. Um festzustellen, welche Strahlen durch die verschiedenen undurchsichtigen Körper hindurchgehen, entwarf LE BOY ein Sonnenspektrum in einem dunkeln Raume auf einem Zinksulfürschirme und bedeckte vor der Exposition die untere Hälfte des Spektrumstreifens mit einer Schicht des undurchsichtigen Körpers, dessen Durchlässigkeit er untersuchen wollte. Löschte er plötzlich das Spektrum aus und entfernte er den undurchsichtigen Körper, so erkannte er sofort an der teilweisen Schwärzung des Schirmes die Teile des Spektrums, die durch den undurchsichtigen Körper hindurchgegangen waren. Sie ändern sich mit den undurchsichtigen Körpern, die wirkungsvollsten Strahlen haben aber im allgemeinen ihr Maximum bei $\lambda = 1,5 \mu$, und ihre Einwirkung verminderte sich gegen das Rote und Orange, wo sie im allgemeinen verschwindet. Die dunklen Strahlungen finden bei allen Lichtquellen statt. Die Versuche mit phosphoreszierenden Schirmen scheinen jedoch zu zeigen, daß die Wirkungen dieser langwelligen Strahlungen von denen zerstört werden können, die das sichtbare Licht bilden und die man leicht beseitigen kann, indem man zwischen die Lichtquelle und den zu untersuchenden Körper ein Blatt schwarzen Papiers bringt.

H.-M.

Bakterienlicht. Von E. SUCHSLAND. In einer Festschrift der Latina zu Halle hat Prof. Dr. E. SUCHSLAND „Physikalische Studien über Leuchtbakterien“ (Halle a. S., 1898, Buchdruckerei des Waisenhauses) veröffentlicht, deren Ergebnisse von allgemeinerem Wert sind. Die interessanten historischen Bemerkungen über den Grund des Meeresleuchtens — wofür seit Ehrenberg ausschließlich Protozoen gehalten wurden, neuerdings aber seit Pflüger, Ludwig und Fischer hauptsächlich Spaltpilze, Leuchtbakterien festgestellt sind — müssen wir hier übergehen.

In dem zweiten, experimentellen Teil der Arbeit sucht SUCHSLAND die Frage zu beantworten: „Welchen Einfluß haben die einzelnen physikalischen Zustände in möglichst extremem Grade auf die Lichtentwicklung der vorliegenden photogenen Spaltpilze?“ Als Ausgangsmaterial dienten leuchtendes Nordseewasser sowie Kulturen zweier Varietäten von *Photobacterium phosphorescens* Beyerinck — die, beiläufig bemerkt, ebenso wie die Kulturen anderer Arten sich leicht in ihrem eigenen, grünlichen Licht photographieren lassen. Zunächst wurde der Einfluß mechanischer Einwirkungen untersucht; es ergab sich, daß die Intensität des Leuchtens durch einen Druck von 230 Atm. nicht verändert wurde; auch bei mehrstündigem Schütteln in einem Schüttelwerk zeigte sich bei dem einen Versuch, daß die beiden geschüttelten Fläschchen (von denen das eine noch mit Glasperlen versehen war) sogar noch besser leuchteten als das Kontrollfläschchen. Hinsichtlich der Temperatureinwirkungen ergab sich für das Aufhören des Leuchtens die Temperaturgrenze von $+ 36,5^{\circ}$ doch leuchteten Gläschen, die durch weitere Temperaturerhöhung gänzlich verdunkelt waren, später wieder auf. Bemerkenswert ist die auffällige Widerstandsfähigkeit der Bakterien gegen Kälte: Einzelne Kulturen wurden mehrmals stundenlang in eine Mischung von fester Kohlensäure und Aether gehalten, so daß die Nährböden selbst gefroren, und unterschieden sich nach dem Auftauen in keiner Weise von anderen nicht erkälten Gläschen. Eine zweitägige Bestrahlung mit Sonnenlicht brachte keine Veränderung des Lichtes hervor; desgleichen war eine mehrstündige Bestrahlung durch Röntgenstrahlen wirkungslos. In Anlehnung an die Untersuchungen mit Johanniskäferlicht (*vergl. d. Zeitschr. X 100*) wurde auch die Lichtemission daraufhin untersucht, ob etwa ähnliche Wirkungen wie bei den Uran- oder den Röntgenstrahlen aufträten; das Ergebnis war negativ. Andere optische Untersuchungen zeigten, daß das Bakterienlicht durch ein Glasprisma wie Sonnenlicht gebrochen wird und ein von der äußersten Grenze des Rot bis in das Blau reichendes Spektrum zeigt. Auch unterliegt das Bakterienlicht den Gesetzen der Polarisation; durch einen Magneten scheint es nicht abgelenkt zu werden. Statische Elektrizität zeigte sich ohne Einwirkung auf leuchtendes Nordseewasser. Die Einwirkung der dynamischen Elektrizität wurde in einer U-förmigen Röhre mit einer Accumulatoren-batterie von 8 V untersucht. Es zeigte sich nach 20 Min. folgende Lichtscala: Am + Pol eine starke Schicht absolut dunkel, darunter eine

schmale Schicht schwach leuchtend, unter dieser durch den tiefsten Punkt der Röhre hindurch bis zu einer höheren Horizontalschicht hinauf die normal leuchtende ursprüngliche Intensität, darüber eine schwächer leuchtende Lage und endlich über ihr am — Pol eine dunkle Schicht. Ein Stromwechsel bedingte die umgekehrte Lagerung. Verfasser bestätigt damit im ganzen eine Beobachtung Pflügers, modifiziert aber die Erklärung dieses Forschers, welcher fand, daß durch den Strom die Leuchtakterien vom + Pol nach dem — Pol hingeführt werden. Die eigentliche Erklärung ergibt sich anschaulich, wenn man das Leuchtwasser mit Lackmuslösung blau färbt. Die Säuren sammeln sich am + Pol, die Basen am — Pol an, die Mitte bleibt neutral, und die rote bzw. tiefblaue Farbe der Lackmuslösung zeigt die fortschreitende Abweichung der Flüssigkeitscentren von dem neutralen Zustand der Mitte an. Da nun die Leuchtakterien — wie vorher eingehend erörtert ist — Säuren noch weniger vertragen können wie ein zu starkes Alkali, so hört das Leuchten am + Pol eher auf als am negativen, und es schreitet das Verdunkeln vom + Pol aus schneller fort als vom negativen. Da die dunklen Niveauflächen sich scharf abgrenzen, glaubt der Verfasser sogar eine Aufschwemmung von Leuchtakterien in einer U-förmigen Röhre als Indicator für Stromversuche im Dunkeln verwenden zu können. O.

Elektrische Wellen. Eine neue Methode, elektrische Wellen nachzuweisen, beschreibt NEUGSCHWENDER (*Wied. Ann.* 67, 430; 1899). Ritzt man in die Silberschicht eines Spiegels einen schmalen Spalt von etwa 0,3 mm und schaltet ihn mit einem Galvanometer in den Stromkreis eines Daniells, so entsteht ein Strom, sobald man den Spalt behaucht. Werden in der Nähe elektrische Wellen erregt, so geht das Galvanometer auf Null zurück. Ein befeuchteter Lappen in der Nähe des Spaltes wirkt ebenso wie das Anhauchen. Erschütterungen und Tonschwingungen haben auf den leitend gemachten Spalt keinen Einfluß. Dagegen bringt jede Funkenentladung eine Widerstandsvergrößerung hervor. Der Versuch gelingt bei geeignetem Spalt bis zu 10 m Entfernung.

Eine Erklärung für die beschriebene Erscheinung giebt NEUGSCHWENDER in *Wied. Ann.* 68, 92; 1899. Eine Messung der Widerstandsänderung mit der Wheatstoneschen Brücke ergab, daß, während der behauchte Spalt einen Widerstand von 40 bis 50 Ohm besaß, dieser durch Einwirkung elektrischer Wellen auf 80 000 bis 90 000 Ohm stieg. Die Widerstandsänderung war um so geringer, je mehr Feuchtigkeit auf dem Spalt condensiert war. Wurde die Feuchtigkeit durch Evakuieren oder Erwärmen beseitigt, so hörte die Leitfähigkeit auf. Bei stärkerer Erwärmung nahm allerdings der Galvanometerausschlag wieder zu, indem jetzt geschmolzene Silbersalze die Rolle der Feuchtigkeit vertraten. Wurde der Spalt in einem Platinspiegel hergestellt und Silbernitratlösung darauf verdampft, so zeigte er zunächst keine Leitfähigkeit, diese trat aber beim Erwärmen unter dem Einfluß elektrischer Wellen sofort ein.

Die mikroskopische Betrachtung giebt einen deutlichen Einblick in die Vorgänge, die sich in dem Spalte vollziehen. Behaucht man den Silberspalt, so scheiden sich bei Stromschluß an der Kathode Bäumchen krystallinischen Silbers aus, die sofort zu wachsen anfangen, wenn der Strom geöffnet wird. Das Entsprechende geschieht, wenn die Elektroden statt des Silbers aus Zinn, Kupfer, Gold oder Platin bestehen; bei Gold und Platin ist Anfeuchten des Spaltes mit Königswasser erforderlich. Bringt man direkt die betreffenden Salzlösungen auf einen Platinspalt, so scheiden sich die Bäumchen ebenfalls aus. Durch diese Metallablagerungen während der Elektrolyse wird die gute Leitfähigkeit der Spalte hervorgebracht. Durch elektrische Wellen wird nun die Bäumchenstruktur zerstört. Dieses läßt sich besonders gut beobachten, wenn man in die Nähe des Spaltes ein mit Ammoniak getränktes Papier bringt. Dann bildet sich an der Oberfläche der Flüssigkeit eine ammoniakalische Silberlösung, die den Strom besser leitet als die tieferen Schichten, und in der sich das Silber in sehr dünnen Bäumchen ausscheidet. Erregt man jetzt elektrische Wellen, so leuchten die Enden der Bäumchen und die Anodenseite grünlich gelb auf, und es läßt sich direkt ein Zerreißen der Bäumchen wahrnehmen. Bei einer dicken Flüssigkeitsschicht ist die Einwirkung der Wellen auf die Leitfähigkeit nur gering, doch sieht man unter dem

Mikroskop auch hier, daß vorhandene Bäumchen unter dem Einfluß der Wellen in lauter kleine Teile zerfallen, die dann lebhaft hin und her vibrieren, sich aber beim Aufhören der Wellen in die Richtung der Stromlinien ordnen. Es ist also zweifellos, daß die elektrischen Wellen die während der Elektrolyse gebildeten Metallbäumchen zerstören und dadurch die durch sie veranlaßte Stromleitung aufheben.

Mit einer etwas anderen Versuchsanordnung hat E. ASCHKINASS dieselbe Erscheinung beobachtet (*Wied. Ann.* 67, 842; 1899). Bei seinen Versuchen über den Cohärer (*diese Ztsch.* XII 32) hatte er zwei Bügel von Kupferdraht mit gegenüberstehenden Enden in Wasser getaucht und erhielt zunächst einen guten Stromübergang, der aber sofort unterbrochen wurde, wenn in der Nähe elektrische Funken zustande kamen. Die Erscheinung blieb bestehen, wenn die Drahtspitzen aus der Flüssigkeit entfernt, aber noch durch einen Tropfen überbrückt waren. In Alkohol trat ebenso wie in Luft die gewöhnliche Cohärerwirkung ein. Auch ein Cohärer aus Kupferspänen in einem Glasrohr zeigt die Erscheinung, wenn die Kupferspäne durch einige Tropfen Wasser angefeuchtet werden. Der normale Widerstand der Röhre ist klein; er wird sehr groß, sobald in der Nähe Entladungen erfolgen, und nimmt nach Aufhören der letzteren spontan seinen niedrigen Wert an. Diese Rückkehr in den alten Zustand dauert aber um so länger, je länger vorher die Einwirkung der Wellen gewesen war. Bei häufiger Wiederholung des Versuchs trat eine Art Ermüdung ein, indem jetzt für die gleiche Widerstandszunahme immer stärkere Erregungen nötig waren: die alte Empfindlichkeit konnte dann erst durch kräftige Erschütterung wiederhergestellt werden. Die Erscheinung trat übrigens um so exakter ein, je stärker der den Cohärer durchfließende Strom war.

Daß man an Stelle der mechanischen Erschütterung des Cohärers eine magnetische Einwirkung benutzen kann, zeigt TOMMASINA (*C. R.* CXXVIII, 1225; 1899). Wird einem Cohärer aus Feilspänen von Eisen, Nickel oder Kobalt ein Magnetpol genähert, so werden die Teilchen angezogen, und die Leitung hört sofort auf. Bei Entfernen des Magneten wird sie erst durch eine neue Einwirkung elektrischer Wellen wieder hergestellt. Durch einen Elektromagneten über der Cohärerröhre läßt sich daher die Erschütterungsvorrichtung gut ersetzen. Die Regelmäßigkeit der Funktion des Empfängers bei der Telegraphie ohne Draht wird durch diese Einrichtung bedeutend verbessert.

Eine neue Versuchsanordnung zur Demonstration elektrischer Drahtwellen giebt W. D. COOLIDGE (*Wied. Ann.* 67, 578; 1899). Dieselbe besteht im wesentlichen in einer Abänderung des Blondlotschen Erregers in Verbindung mit den Lecherschen Drähten. Der Sekundärkreis hat denselben Durchmesser wie der Primärkreis und liegt gerade unter ihm. Beide Kreise liegen in einem mit Petroleum gefüllten Gefäß sehr nahe aneinander und werden durch dünne Glimmerblätter getrennt. Der Durchmesser der Lecherschen Drähte ist am besten möglichst dünn zu nehmen; Verf. fand Drähte von 0,1 mm Durchmesser in einer gegenseitigen Entfernung von 10 bis 20 mm am geeignetsten. Die Länge der Brücken muß durch den Versuch so bestimmt werden, daß die Knoten scharf definiert bleiben. Als Elektrizitätsquelle zeigten sich Induktoren verschiedenster Art, wenn sie allein benutzt wurden, lange nicht so geeignet zur Erzeugung kräftiger Schwingungen, als wenn man sie mit einem Teslatransformator verband. Mit der beschriebenen Anordnung ließen sich schon Wellen von 12 cm Länge durch einfaches Aufleuchten der Drähte (in 6 bis 7 Bäumchen) nachweisen. Die Drähte lagen dabei immer in freier Luft. Die Oberschwingungen sind ebenso gut zu sehen wie die Grundschwingung, auch ist der Einfluß des umgebenden Mediums auf die Wellenlänge wahrnehmbar. Die dünnen Lecherschen Drähte waren für solche Schwingungen ein viel empfindlicherer Indikator als die Zehndersche Röhre. Nur wenn man jene Drähte auf einer kurzen Strecke in ein Vakuum brachte, erhielt man unter gewissen Bedingungen eine noch größere Empfindlichkeit. — Der Verf. giebt eine Anzahl photographischer Aufnahmen der von ihm erzeugten Drahtwellen, in denen die Knoten und Bäuche scharf hervortreten.

Die Absorption Hertz'scher Wellen durch verschiedene Körper untersuchten BRANLY und LE BON (*C. R.* CXXVIII, 879; 1899). Metalle setzen dem Durchgehen Hertz'scher

Wellen ein absolutes Hindernis entgegen. Ist die die Wellen erzeugende Funkenstrecke hermetisch in einem Metallgehäuse eingeschlossen, so geht nicht die geringste Schwingung hindurch, selbst wenn die Wände des Gehäuses nur Hundertstel eines Millimeters dick sind. Doch läßt der feinste Spalt, wenn er nur genügend lang ist, die Wellen leicht hindurch. Die Vorsichtsmaßregeln, die die Photographen zum Schutz ihrer Platten vor Licht anwenden, wären für die elektrische Strahlung ungenügend.

Die Verf. untersuchten ferner die Absorption durch verschiedene nicht metallische Körper, wie Steinblöcke, Kästen mit Sand, Cement. Es zeigte sich, daß die Durchlässigkeit für Hertz'sche Wellen von dem Stoffe abhängt: während sie für Sand und einen Baustein sehr groß war, wurde sie außerordentlich schwach bei Portlandcement. Ferner wächst die Absorption mit der Dicke: Cementwände von 30 cm Dicke ließen viel weniger Strahlung hindurch als solche von 10 cm. Auch die Feuchtigkeit vermehrt deutlich die Undurchsichtigkeit.

Schk.

Wirkungen des Magnetfeldes. Über die Widerstandsänderungen eines Elektrolyten im magnetischen Felde berichtet H. BAGARD (*C. R. CXXVIII, 91; 1899*). Die elektrolytische Flüssigkeit befindet sich in einem ringförmigen Gefäß, das auf eine kurze Strecke unterbrochen ist; an den so gebildeten Enden sind zwei Seitenrohre angebracht, die die Elektroden enthalten. Die Achse des Ringes fällt mit der Achse des Elektromagneten zusammen. Es zeigte sich (bei Kupfervitriol), daß der Widerstand des Flüssigkeitsringes bei Herstellung des Magnetfeldes zunimmt, und daß diese Zunahme größer ist, wenn die elektromagnetische Kraft centrifugal, als wenn sie centripetal gerichtet ist. Beides entspricht der Theorie. Einmal muß durch Einwirkung des Magneten auf jedes Stromelement nach der Ampèreschen Regel eine Verschiebung der Stromlinien und eine Reduktion des Stromquerschnitts und daraus folgende Vermehrung des Widerstandes hervorgehen; zweitens wird die mittlere Länge der Linien größer im centrifugalen als im centripetalen Felde, woraus eine Vermehrung des Widerstandes im ersten, eine Verminderung im zweiten Falle folgt.

Die Untersuchung eines Wismuthringes an Stelle der Flüssigkeit zeigte auch eine sehr beträchtliche Vergrößerung des Widerstandes, aber unabhängig von der Feldrichtung. Versuche über das Hallsche Phänomen haben bereits früher gezeigt, daß der Magnetismus in einer Metallplatte nur eine Veränderung des spezifischen Widerstandes in verschiedenen Richtungen erzeugt. Die Verschiebung der Stromlinien in einem flüssigen Leiter scheint im Gegensatze dazu auf einer direkten Einwirkung des Magneten auf den Strom oder vielmehr auf die Bahn der den Strom tragenden Ionen zu beruhen.

Einen Einfluß des Magnetismus auf die Wärmeleitungsfähigkeit des Eisens findet KORDA (*C. R. CXXVIII, 418; 1899*). Aus seinen Versuchen geht hervor, daß die Wärmeleitungsfähigkeit des weichen Eisens verringert wird in der Richtung der Kraftlinien; sie bleibt dagegen unverändert in der Richtung der Linien gleichen Potentials und ist unabhängig von der Richtung der magnetisierenden Kraft. Theoretische Erwägungen zeigen, daß die Wärmeleitungsfähigkeit von der zweiten Potenz der magnetisierenden Kraft abhängt. Es besteht eine Analogie mit einachsigen Kristallen, die in der Richtung der Achse oder senkrecht dazu eine verschiedene Leitungsfähigkeit besitzen.

Daß im Innern einer Flüssigkeit, deren Teile ein ungleiches Leitungsvermögen besitzen, durch ein Magnetfeld elektromotorische Kräfte erzeugt werden, weist R. BLONDLOT nach (*C. R. CXXVIII, 901; 1899*). In eine rechteckige Glaswanne wird bis zu einer Höhe von 3 cm eine concentrierte Zinksulfatlösung gegossen; hierauf füllt man sehr vorsichtig, um eine Mischung zu verhindern, eine sehr verdünnte Lösung desselben Salzes. An zwei gegenüberliegenden Seitenwänden der Wanne sind in 4 cm Höhe zwei Öffnungen angebracht und in diese zwei Glasrohre eingekittet, die nach unten gekrümmt und durch Pergamentpapier geschlossen sind; sie füllen sich zugleich mit der Wanne mit der Flüssigkeit. Jedes Rohr taucht in ein Glas zugleich mit einer Elektrode aus Zinkamalgam; die beiden Gläser enthalten dieselbe Lösung von Zinksulfat, und die beiden Elektroden

sind mit den Enden eines Kapillarelektrometers verbunden. Die Wanne befindet sich in einem Magnetfelde, dessen Kraftlinien senkrecht zu der Verbindungslinie der beiden Öffnungen stehen. Als Polschuhe des Elektromagneten dienen zwei lange Eisenplatten, so daß das Feld recht gleichförmig ist.

In dem so eingerichteten Apparat sind die beiden Elektroden natürlich auf gleichem Potential. Wenn man jetzt mit einer dünnen Ebonitplatte, die an einem Ebonitgriff gehalten wird, die Flüssigkeit etwas aufrührt, so daß die Lösungen verschiedener Concentration sich mischen (ohne daß aber die Erregung die freie Oberfläche der Flüssigkeit erreicht), so zeigt das Elektrometer das Vorhandensein einer Potentialdifferenz an. Hört man zu rühren auf, so verschwindet sie wieder. Wechselt man die Richtung des Feldes um, so erhält die Elektrometerablenkung die entgegengesetzte Richtung; beim Aufhören des Feldes wird sie wieder Null. Als Regel für die Stromrichtung ergibt sich folgendes. Eine Person, die in der Wanne auf der rechten Seite liegt und den Südpol des Magneten ansieht, hat die positive Elektrode zur Seite des Kopfes. Sobald eine vollständige Mischung erfolgt und die Flüssigkeit homogen geworden ist, erhält man durch weiteres Umrühren keine Potentialdifferenz mehr.

Der Verf. giebt eine Theorie der Erscheinung, die er durch eine Induktionswirkung des Feldes auf die bewegte Flüssigkeit erklärt, wenn deren Teile ein verschiedenes Leitungsvermögen besitzen. Der Vorgang gehorcht einem dem Lenzschen analogen Gesetz: Verbindet man die beiden Elektroden durch einen Draht, so hat der durch das Umrühren entstehende Strom eine größere Dichte in den leitungsfähigeren Teilen der Flüssigkeit; die daraus resultierende elektromagnetische Wirkung setzt sich der Mischung entgegen.

Die hier beschriebene Erscheinung dürfte gewiß auch in der Tiefe des Meeres und besonders in den Flussmündungen bei der Mischung von verschieden concentrirtem Salzwasser in dem Magnetfelde der Erde zu finden sein. — Es ist wahrscheinlich, daß die Potentialdifferenzen auch ohne künstliches Umrühren bei der natürlichen Diffusion der Lösungen auftreten; doch dürfte die Wirkung dann zur Beobachtung zu gering sein. *Schk.*

3. Geschichte.

Die Wellentheorie des Lichtes. In einer Rede, die A. CORNU gelegentlich des Professorjubiläums von Gabriel Stokes in Cambridge gehalten hat (*Nature*, 1899 No. 1552) wird die Geschichte der Wellentheorie des Lichts behandelt und dabei namentlich die Stellung Newtons zu dieser Theorie erörtert. Bei genauerem Zusehen erscheint Newton nicht als der starre Verfechter der Emissionstheorie, als der er in Lehrbüchern oft hingestellt wird. Seine Untersuchungen über die Farben dünner Blättchen führten ihn an die Grenze der Wellentheorie; aber diese erschien ihm unannehmbar, weil sie die geradlinigen Strahlen und die Schatten nicht zu erklären vermochte. Er lehnt es daher ab, eine Theorie aufzustellen, und bleibt auf den Boden der Thatsachen, wenn er von den Erscheinungen in dünnen Platten sagt, sie lieferten den Beweis, daß der Lichtstrahl beim Durchgang durch eine brechende Fläche abwechselnd in eine gewisse Beschaffenheit oder Anwandlung leichterer Reflexion oder leichterer Transmission versetzt wird (Buch II, Prop. 12). Es ist zu beachten, dass Newton diese Periodizität nicht, wie man öfter in Lehrbüchern liest, den Lichtpartikeln, sondern daß er sie dem Lichtstrahl selber zuschreibt. Er fügt sogar hinzu, man könne diese abwechselnden Zustände auf Vibrationen zurückführen, die durch den Anprall der Corpuskeln erregt würden und sich in Form einer Welle im Äther ausbreiteten. Noch deutlicher beweisen die Fragen (*Queries*) im III. Buch der Optik die Hinneigung Newtons zur Wellentheorie, der er sicher gefolgt wäre, wenn die unbeugsame Logik seines Geistes es ihm gestattet hätte. Den einzigen Gegengrund, aber einen genügenden, bildete für ihn die geradlinige Fortpflanzung des Lichtes. „Von diesem Standpunkt aus betrachtet enthält das III. Buch der Optik mehr als bloß eine unparteiische Diskussion zweier entgegengesetzter Systeme; es erscheint als der Ausdruck des Leidens eines mächtigen Genius, der, vom Zweifel gequält, bald von den verlockenden Eingebungen seiner Einbildungskraft fortgerissen, bald durch die gebieterischen Forderungen der Logik davon zurückgerufen wird. Es ist ein Drama: der ewige Kampf

zwischen Liebe und Pflicht; und die Pflicht behält den Sieg.“ Der Vortragende erkennt überdies auch in der Theorie der „Umwandlungen“ einen gewissen Fortschritt vermöge der präzisen und neuen Begriffsfassungen, die sie enthält. Der Lichtstrahl, wie man ihn bis dahin auffasste, war nichts weiter als die Trajektorie eines geradlinig bewegten Teilchens; der Lichtstrahl, wie ihn Newton definiert, besitzt eine regelmässige periodische Struktur, und durch die Periode oder das Intervall der Anwandlungen wird die Farbe des Lichtstrahls charakterisiert. Es bedurfte nur einer angemessenen Interpretation, um von dieser Form des Lichtstrahls zur Wellenbewegung überzugehen, ein Schritt, den Thomas Young erst hundert Jahre später ausführte. [Noch in neuester Zeit ist darauf hingewiesen worden, dafs der thatsächliche Kern der Vibrationstheorie des Lichtes nichts weiter sei als das Vorhandensein einer Gröfse im Raume, die periodisch variabel ist; man vergl. P. Janet, d. Zeitschr. I 129.]

Der Vortrag führt weiter aus, wie die Emissionstheorie dadurch gestützt wurde, dafs Laplace die Doppelbrechung auf dieser Grundlage zu erklären vermochte und dafs Malus die Polarisation auf eine Orientierung der Lichtpartikelchen zurückführte, die eben zu der Benennung polarisiertes Licht den Anlaß gab. Erst Fresnel gelang es der Huygensschen Theorie der Wellenbewegung des Lichtes zum Siege zu verhelfen und insbesondere auch den Einwand zu entkräften, der für Newton noch unwiderleglich erschienen war; er brachte die geradlinige Fortpflanzung des Lichtes mit der außerordentlichen Kleinheit der Lichtwellen in Zusammenhang.

Die enge Beziehung, in der die Lichttheorie zu unserer gesamten Auffassung von der Wirkung der Kräfte in der Natur steht, ist schon von Descartes bemerkt worden; er gab seinem großen Werke über das Universum (*le monde*) den Nebentitel *Traité de la lumière* (Paris 1664) und führte darin aus, dafs dieselbe feine Materie, die die Lichtwellen fortpflanze, auch der Träger der Kräfte sei, die zwischen den materiellen Körpern bestehen. Von diesem Gesichtspunkte aus gewinnt die Geschichte der Optik eine besondere Bedeutung; sie wird zur Geschichte unseres Wissens von den Mitteln der Natur, Bewegung und Kraft durch den Raum hindurch zu übertragen. Die Vorstellung von einer Wellenbewegung, die sich ohne Dichtigkeitsänderung durch ein incompressibles Medium fortpflanzt, hat die mathematische Theorie der Elastizität von Grund aus umgestaltet. Faraday und Maxwell endlich haben jene Gedanken von der Einheitlichkeit der Kraftausbreitung weiter ausgebildet, Hertz hat ihren Forschungen einen glänzenden Abschluß gegeben. Mit Recht ist daher die Optik heut als die führende Wissenschaft auf dem Gebiete der Physik zu bezeichnen. P.

4. Unterricht und Methode.

Über E. Machs und H. Hertz' prinzipielle Auffassung der Physik. Von H. KLEINPETER (*Arch. f. syst. Philosophie* V, 2, 1899). Im Anschlusse an kritische Besprechungen, denen die Ansichten von E. Mach und H. Hertz neuerdings von philosophischer Seite unterzogen worden sind, hebt der Verfasser hervor, dafs die Ansichten beider Forscher gut mit einander harmonieren und sich zum Teil gegenseitig ergänzen. Das Gemeinsame bei beiden ist in der That eine Abneigung gegen jede unberechtigte Verdinglichung von Begriffen, die von uns selbst geschaffen sind, wie Kraft und Masse. Selbst der Begriff „Ding“ ist nach Mach nur „ein Gedankensymbol für einen Complex von relativer Stabilität“. Andererseits spricht Hertz die Auffassung, dafs die physikalischen Begriffe Erzeugnisse unseres Geistes seien, in dem nachgelassenen Werk über Mechanik in der klassischen Form aus: „Wir machen uns innere Scheinbilder oder Symbole der äufseren Gegenstände, und zwar machen wir sie von solcher Art, dafs die denknotwendigen Folgen der Bilder stets wieder die Bilder seien von den naturnotwendigen Folgen der abgebildeten Gegenstände“. [Schon an dieser Stelle bemerken wir indessen im Gegensatz zu KLEINPETER einen fundamentalen Unterschied zwischen Hertz und Mach; jener erkennt Naturvorgänge an, die sich mit Notwendigkeit vollziehen, während dieser den Begriff der Naturnotwendigkeit verwirft.]

Mach und Hertz stimmen ferner darin überein, dafs die Physik keinen einzigen Satz von apodiktischer Gewifsheit enthält. Aus dem subjektiven Ursprung eines Begriffs kann

man nicht auf seine unbedingte, notwendige und allgemeine Giltigkeit schliessen. Vielmehr ist es die Erfahrung, die über die Richtigkeit jener Begriffe zu entscheiden hat. Mach führt in den „Prinzipien der Mechanik“ aus, daß die scheinbar einfachsten Sätze der Mechanik „auf unabgeschlossenen, ja sogar auf vollständig nie abschließbaren Erfahrungen beruhen“ und daß sie „einer fortgesetzten Erfahrungscontrolle nicht nur fähig, sondern auch bedürftig sind“. Und Hertz erklärt sogar in derselben Hinsicht, „das was aus Erfahrung stammt, kann durch Erfahrung wieder vernichtet werden“.

In Betreff der Art, wie über die Richtigkeit oder Unrichtigkeit unserer Begriffsbilder durch die Erfahrung als eine von uns unabhängige Instanz entschieden werden kann, macht der Verfasser folgende bemerkenswerte Auseinandersetzung: „Unter Erfahrung versteht der Physiker das Eintreffen gewisser Empfindungen, in den bei weitem meisten Fällen, wie beim Ablesen einer Skala, das Eintreffen einer Lichtempfindung. Es handelt sich also darum: ist diese Empfindung von unserem Subjekt abhängig oder nicht? Abhängig ist sie ihrer Beschaffenheit nach; wir können nur eine bestimmte Reihe von Farben wahrnehmen, und was dem einen rot vorkommt, kann dem anderen gelb erscheinen etc. Aber es giebt auch etwas, was vom Subjekte ganz unabhängig ist, nämlich das Eintreffen oder Nichteintreffen der Empfindung, und gerade darauf allein kommt es dem Physiker an. Ob eine Farbe rot oder gelb ist, wird nicht durch die Qualität der Empfindung, sondern durch die Bestimmung der Wellenlänge entschieden, und dieser Vorgang läuft schliesslich darauf hinaus zu entscheiden, ob das Gesichtsfeld eines Fernrohrs sich hell oder dunkel zeigt. Alle Fragen, welche der Experimentator an die Natur stellt, geschehen derart, daß die Antwort in dem Eintreffen oder Nichteintreffen einer Empfindung zu erfolgen hat. Und das ist etwas, was sich völlig ohne unser Zuthun abspielt, worauf wir nicht den geringsten Einfluß zu üben im stande sind.“ Solche elementare Empfindungseindrücke meint der Verfasser, wenn er von Thatsachen redet; und aus solchen Einzelthatsachen ohne logischen Zusammenhang setzt sich für ihn das, was er Erfahrung nennt, zusammen.

Auf Grund der Darlegungen, die Hertz in seiner berühmten Vorrede giebt, unterscheidet auch KLEINPETER drei Stufen der physikalischen Forschung: die erste habe es mit der Wahl und Konstruktion der Grundbegriffe zu thun, die zweite entwickle die logisch-mathematischen Consequenzen der gewählten Begriffe, die dritte vergleiche sie mit der Erfahrung. Die erste Leistung könne mit der Thätigkeit eines Künstlers in Parallele gesetzt werden, die zweite sei die gewöhnliche Arbeit des mathematischen, die dritte die des Experimentalphysikers. Wie alle solche abstrakten Scheidungen, dürfte auch diese nur bedingte Giltigkeit haben. In Wirklichkeit hat sich der Fortschritt der Physik in fortwährender „Anpassung des Denkens“ an die Thatsachen vollzogen; und wenn im einzelnen Falle (wie bei Galileis Entdeckung der Fallgesetze) der Fortschritt in jenen drei Stufen erfolgt ist, so sind doch andererseits die Grundbegriffe stets als Niederschlag aus einem reichen Erfahrungsmaterial, nicht als mehr oder minder willkürliche Erfindungen des Denkens aufgetreten. Das Verhältnis zwischen Rationalismus und Empirismus kann eben nicht derart bestimmt werden, „daß ersterem vollständig die Konstruktion der Begriffe, letzterem ebenso uneingeschränkt die Entscheidung über ihre Richtigkeit anheimfällt“. Wenn der Verfasser an einer anderen Stelle sagt, jedes wissenschaftliche System bestehe aus einer Reihe von Annahmen und daraus gezogenen Consequenzen, von der Richtigkeit der ersteren müsse sich jeder persönlich überzeugen —, so erkennen wir hierin das indirekte Zugeständnis, daß eben die Grundannahmen nicht aus dem reinen Denken geschöpft, sondern unter Mithilfe der Erfahrung zustande gekommen sind, wie könnte man sich sonst von ihrer Richtigkeit überzeugen? Es ist daher auch falsch, zu behaupten: „Mach wie Hertz gehen von der Thatsache aus, daß die physikalische Wissenschaft gerade so wie irgend eine andere eine reine Schöpfung des menschlichen Geistes ist, d. h. daß sie aus reinen Denkelementen aufgebaut ist, ohne Beimischung irgend welcher dem Denken fremder Bestandteile.“ Diese Auffassung beruht auf einem Missverständnis der Lehren von Mach wie von Hertz. —

Der Begriff der Ursache hat von jeher in der Physik eine hervorragende Rolle ge-

spielt; der Verfasser sieht es als einen Fortschritt an, daß die neuere Mechanik ihn gänzlich aus ihren Betrachtungen eliminiert. Kirchhoffs berühmtes Wort vom Beschreiben glaubt der Verfasser dahin deuten zu dürfen, Kirchhoff sei überzeugt gewesen, daß Ursachen nicht existieren. Aber Kirchhoff hat selbst in seiner Vorrede diese Fernhaltung des Begriffs der Ursache als eine Einschränkung der Aufgabe der Mechanik bezeichnet. Daraus, daß er den Begriff von der Mechanik fernhielt, geht nicht hervor, daß er überhaupt jedwede Causalität gelehrt hat. In folgerichtiger Durchbildung seiner Auffassung betont der Verfasser, daß die Physik keine einzige Thatsache wirklich mit apodiktischer Gewisheit vorausbestimmen könne, denn das Eintreffen einer solchen liege jenseits der Sphäre unseres Denkens; für die Natur bestehe kein Zwang, unsere Logik mitzumachen. An die Stelle des bisherigen Begriffs der Wissenschaft setzt er daher die bloße subjektive Überzeugung von der Richtigkeit der gerade geltenden Theorie. Da nur unsere direkten Erfahrungen wirkliches Wissen enthalten, so sei es nicht Sache der Wissenschaft, Wissen zu enthalten, sondern vielmehr jedem Einzelnen von uns zur Erreichung eines solchen behilflich zu sein. Zu dem hierin liegenden Paradoxon gelangt der Verfasser durch eine Auffassung vom Wissen, die von dem, was bisher in Philosophie wie in Naturforschung unter Wissen verstanden worden ist, völlig abweicht. Er erläutert selbst in einem Nachwort (a. a. O. S. 365) seinen Begriff vom Wissen dahin, daß er darunter etwas Gewisses verstehe, und daß die Eigenschaft „gewiß“ nur den bereits beobachteten Thatsachen und auch diesen nur im Moment ihres Auftretens beigelegt werden könne. Wir glauben demgegenüber daran festhalten zu müssen, daß es „ein sicheres Wissen von den Dingen und Vorgängen der Wirklichkeit giebt“ (diese Zeitschr. I 1) und daß dieses Wissen eine objektive Bedeutung hat, wenschon die Form dieses Wissens wandelbar ist. Wir wollen uns die Überzeugung von dem Gelten ewiger Gesetze in der Welt nicht durch einen Skeptizismus beeinträchtigen lassen, dessen Widerlegung freilich nicht unsere Sache ist und nicht an diesen Ort gehört, sondern der erkenntnistheoretischen Kritik überlassen bleiben muß. Wir verdanken Mach die Erkenntnis, daß unsere physikalischen Begriffe Denkmittel sind, die wir uns selbst zu unserem Gebrauch geschaffen haben. Aber die Einsicht in die subjektive Natur unserer physikalischen Begriffe (worin Hertz mit Mach übereinstimmt) verträgt sich durchaus mit der (von Hertz vertretenen) Auffassung, daß das auf solche Begriffe aufgebaute System ein Abbild des naturnotwendigen Zusammenhangs der Dinge sein könne¹⁾. P.

Ist die Descartessche Theorie des Regenbogens unrichtig? Der Direktor der K. K. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien, Professor Dr. J. M. PERNTER, hat zur Einführung der richtigen Theorie des Regenbogens in den Unterricht eine Abhandlung veröffentlicht, von der ein ausführlicher Auszug in diesem Heft (S. 338) enthalten ist. Dagegen, daß der Verfasser in dieser Abhandlung die Descartessche Theorie als „unrichtig“ bezeichnet hat, ist mehrfach Widerspruch erhoben worden, und E. MAISS hat diesem in dem *Vierteljahrsber. des Wiener Vereins z. F. d. ph. u. ch. U. 1899 S. 44* Ausdruck gegeben. Er sagt: „Daß die Descartesschen Schlüsse nicht unrichtig sind, geht gewiß u. A. daraus hervor, daß auch die ‚richtige Erklärung des Regenbogens‘ (von Airy und nachmals von Pernter selbst) zunächst genau dieselben Rechnungen machen muß, wie Descartes, um die Richtung jener austretenden Strahlen zu finden, welche ‚bei der Bildung des Regenbogens eine Hauptrolle spielen‘. Diese Richtung als die des ‚mindest gedrehten‘ Strahls zu bezeichnen, ist, weil aus der Erscheinung entnommen, gewiß vorsichtiger, als sie die Richtung des ‚wirksamen‘ Strahls zu nennen, was schon eine Theorie vorauszusetzen scheint; verurteilen darf man aber die letztere Bezeichnung nicht ganz“ u. s. w. Es sei daher treffender, die Descartessche Theorie ungenügend zu nennen; wir müßten sonst auch unsere Erklärung der Schatten-

¹⁾ Zu dieser Frage schreibt uns Herr Professor E. MACH: „Meine Meinung ist, daß unsere Begriffe von der Natur selbstgemachte, darum aber noch nicht willkürlich und frei erfundene sind. Soweit die Natur diesen Begriffen entspricht, sind die Folgen dieser Übereinstimmung auch logisch notwendig. Die Entscheidung darüber, ob und wie weit diese Übereinstimmung besteht, bleibt aber immer offen.“

erscheinungen, speziell der Sonnen- und Mondfinsternisse als unrichtig bezeichnen, da sie auf die Beugung des Lichts an den Rändern der undurchsichtigen Körper keine Rücksicht nimmt. MAISS spricht sich weiterhin dafür aus, daß es im Unterricht genügen werde, die Beziehungen zwischen Einfall- und Brechungs- (bezw. Drehungs-) Winkel in der üblichen, der Airyschen und Descartesschen Theorie gemeinsamen Weise abzuleiten, dann im Spektralapparat die von Pernter beschriebenen Interferenzstreifen zu zeigen, auf die Abhängigkeit ihrer Distanz und Zahl vom Durchmesser der Glasstäbe aufmerksam zu machen und die thatsächliche Verschiedenartigkeit der Regenbogen auf die Modifikation der Farbenmischungen beim Übereinanderfallen der Interferenzstreifen zurückzuführen. Auf den Versuch einer mathematischen Begründung müsse in der Mittelschule verzichtet werden.

Auf den von Maifs erhobenen Einwand antwortet PERNTER in derselben Zeitschrift (S. 82). Wir heben aus seiner Entgegnung folgende bemerkenswerte und aufklärende Darlegung hervor: Bei geometrischen Schatten, Linsenbildern u. dergl. sind die Beugungsvorgänge nach den symmetrischen Richtungen gleichartig, und das erzeugte Bild kommt daher demjenigen sehr nahe, das ohne Beugung entstehen würde. Beim Regenbogen aber sind die Beugungserscheinungen einseitig; denn nur auf der convexen Seite der Wellenfläche dehnt sich die Reihe der Maxima und Minima ins Unendliche aus, während nach der concaven Seite nur ein rascher Abfall der Intensität ohne Wechsel von Maximum und Minimum auftritt. Die Erscheinung ist vergleichbar mit der Beugung an einem einseitig unendlichen, durch eine unendliche Linie begrenzten Schirm. Hier findet man in der Beugungslinie des geometrischen Schattens nur ein Viertel der Lichtintensität, die ebenda bei Abwesenheit des Schirmes auftreten würde, und diese Intensität nimmt in den Schattenraum hinein rasch ab, ohne Maxima und Minima; nach der geometrisch nicht beschatteten Seite aber schwillt die Intensität zuerst zu einem die normale Intensität überragenden Maximum an, darauf folgen dann Minima und Maxima von abnehmender Intensität. Bei weißem Licht geht diese Folge von Maximis und Minimis in die entsprechende Farbreaklösung über. Beim Versuche, diese Erscheinung mit Hilfe der geometrischen Optik darzustellen, würde man nur Unrichtiges zu Tage fördern. Die Analogie mit dem Regenbogen ist nach dem vorher Gesagten frappant; auch beim Regenbogen ist die Intensität in der Richtung der mindestgedrehten Strahlen geringer, sie beträgt 44% des Maximums (vgl. Fig. 5 auf Seite 345). Bei solchen einseitig sich entwickelnden Beugungserscheinungen sind die durch die Beugung erzeugten Phänomene auch für den Eindruck auf das Auge das Wesentliche und in die Erscheinung Tretende. Nach alledem sei der Descartesschen Theorie die Bezeichnung „unrichtig“ nicht zu ersparen. —

Wir müssen gestehen, daß wir gleichfalls an dem Worte „unrichtig“ Anstoß nehmen, obwohl sich Herr PERNTER eine gewisse Berechtigung zu seiner Ausdrucksweise nicht abstreiten läßt. Der Begriff „unrichtig“ hat einen sehr weiten Umfang. Wenn man von einer convergenten Reihe nur das 1. Glied, oder aber hundert Glieder nimmt, so erhält man beidemal unrichtige Werte, aber doch sind sie in verschiedenem Grade unrichtig. Und sogar das geradezu Falsche fällt noch unter den Begriff unrichtig. Es kommt auf Sprachgebrauch und Sprachgefühl an, ob man den Gegensatz richtig — unrichtig mehr als einen contradictorischen oder als einen conträren empfindet. Herr PERNTER will die Descartessche Theorie geradezu als falsch hinstellen, indem er sie „unrichtig“ nennt, denn der Regenbogen entspreche weder in der Gestalt (Breite) als Ganzes, noch in Gestalt und Lage der einzelnen Teile (der einzelnen Farben) den Gesetzen der geometrischen Ausbreitung der wirksamen Strahlen. Er sagt: „Man frage einen intelligenten Schüler, der nach der Descartesschen Theorie sich die Lage der grünen Strahlen zwischen $41^{\circ} 38'$ und $41^{\circ} 20'$ berechnet hat und der dann bei Beobachtung einer sehr großen Anzahl von Regenbogen an dieser Stelle Gelb vorfindet statt Grün, ob er eine Theorie richtig nennen will, die ihn so im Stiche läßt“, oder was derselbe Schüler „zu dem Fall sagen würde, daß er bei vielen Regenbogen schon zwischen $40^{\circ} 55'$ und $40^{\circ} 50'$ Violett findet, während nach der Descartesschen Theorie das Violett überhaupt erst bei $40^{\circ} 40'$ beginnen soll“. Gewiß wird das niemand richtig nennen, aber Herr PERNTER geht zu weit, wenn er die Theorie darum geradezu als falsch verwirft. Die beiden von ihm an-

geführten Fälle sind Beweis genug für unsere Auffassung. Der intelligente Schüler, soweit wir ihn zu kennen meinen, wird das Resultat in beiden Fällen etwa als „ungenau“ bezeichnen. Er wird vielleicht vermuten, daß noch irgend ein Umstand unberücksichtigt geblieben ist, der zu einer Korrektur des Resultats führen könnte (ähnlich wie dies z. B. beim Vergleich der fundamentalsten Gesetze der Mechanik mit der Erfahrung stattzufinden pflegt). In der That halten wir die Abweichungen der Descartesschen Theorie von der Wirklichkeit, obwohl sie von anderer Art sind als die eben erwähnten in der Mechanik, nicht für groß genug, um die Theorie geradezu als falsch ansehen zu müssen. Denn sie leistet zweierlei, was von Wert ist. Erstens lehrt sie den Grund für die Größe des Öffnungswinkels mit immerhin annähernder Genauigkeit kennen, und zweitens giebt sie eine Erklärung für das Auftreten der Farben im Hauptregenbogen. Hiernach dürfte es zutreffender sein, die Descartessche Theorie als eine erste, wenn auch vielleicht rohe Annäherung an die Wirklichkeit zu bezeichnen. Man wird hierzu um so mehr berechtigt sein, als der primäre Effekt der „wirksamen“ Strahlen, der bei Descartes allein berücksichtigt ist, auch unter dem Gesichtspunkte des Huygensschen Prinzips sich als ein wesentliches Glied in der Reihe der zu superponierenden Wirkungen darstellt, wenngleich durch das Zusammenwirken der Beugungsbilder eine Verschiebung der Maximalintensität eintritt.

Ich will nicht verhehlen, daß wir Lehrer noch einen besonderen Grund haben, einer solchen Auffassung den Vorzug zu geben. Das einzige völlig Exakte, was wir von der Regenbogentheorie in der Schule werden mitteilen können, ist eben die Descartessche Entdeckung des mindest abgelenkten Strahls. Denn der Einführung der von Herrn PERNTER befürworteten Airyschen Theorie in den Schulunterricht stehen gewisse nicht zu unterschätzende Schwierigkeiten entgegen. Wenn auch die Beugungserscheinungen für ebene Wellen dem Schüler verständlich geworden sind, so wird das viel compliziertere Phänomen der Beugung, die von einer teils convexen, teils konkaven Wellenfläche hervorgebracht wird (wobei eine Verzögerung bezw. Beschleunigung der Phase um $\pi/4$ eintritt), völlig außerhalb des Fassungskreises des Schülers liegen. Von einer Verwendung seiner elementarmathematischen Darstellung im Schulunterricht will Herr PERNTER selbst nichts wissen, und keinesfalls könnten dem Schüler mit Hilfe dieser Darstellung die vorher erwähnten, von der Descartesschen Theorie ungenau ermittelten Werte genau hergeleitet werden, da hierzu die Berechnung der in jedem Punkte des Regenbogens auftretenden Mischfarben mit Hilfe der Maxwellschen Farbgleichungen erforderlich ist (die der Herr Verfasser auch als nicht mehr innerhalb der Physik der Mittelschulen liegend bezeichnet). Was also der Descartesschen Theorie als ein schwerer Mangel zum Vorwurf gemacht war, das vermag auch die schulmäßige und schulmögliche Behandlung der Airyschen Theorie nicht zu leisten. Umso mehr müssen wir uns dem oben erwähnten Vorschlag von MAISS anschließen. Ja man wird sich vielfach auf das beschränken müssen, was die Airysche mit der älteren Erklärung gemein hat; man wird sagen können, daß in der Nachbarschaft des Grenzstrahls die Strahlen nur wenig divergieren und daß daher in der Nähe dieses Strahls eine intensivere Lichtwirkung stattfinden muß, als in anderen Richtungen; auch das Auftreten der Farben wird aus der verschiedenen Dispersion der Bestandteile des weißen Lichtes verständlich zu machen sein; die Farbenfolge des Regenbogens und seine Breite dagegen wird man nicht mehr nach der älteren Theorie darstellen dürfen. Überdies entnehmen wir den dankenswerten Anregungen des Herrn PERNTER die Aufforderung, je nach Umständen mehr oder weniger eingehend darauf hinzuweisen, welche Abweichungen von der Wirklichkeit hierbei unerklärt bleiben und auf welcher Grundlage sich eine völlig befriedigende theoretische Darstellung des Regenbogens gewinnen läßt¹⁾.

P.

¹⁾ In einer brieflichen Mitteilung an den Herausgeber bemerkt Herr Prof. Pernter, unter Descartesscher Theorie sei von ihm nur die Theorie der wirksamen parallelen Strahlen verstanden; denn die Lichtbrechung sei bereits 1310 durch Theodorich von Sachsen zur Erklärung herbeigezogen, und der Gang der Strahlen in einer mit Wasser gefüllten Glaskugel durch Antonio de Dominis 1611 dargestellt worden. Descartes' Verdienst liege in der Bestimmung des mindest-

5. Technik und mechanische Praxis.

Die Nernstsche Glühlampe. Am 9. Mai d. J. hielt W. NERNST im Sitzungssaale der Berliner Elektrizitätswerke einen Vortrag über die von ihm erfundene Glühlampe (*E. T. Z.* 20, 355; 1899). Die Vorführung der Lampe leitete Herr RATHENOW durch einige Bemerkungen über die wirthschaftliche Bedeutung der neuen Lampe ein, die etwa halb so viel Energie als die gebräuchliche Glühlampe verzehre und ohne weiteres höheren Spannungen als diese angepaßt werden könne, so daß eine viel bessere Ausnutzung der Kabel- und Maschinenanlagen als seither möglich sei, wodurch eine erhebliche Verbilligung der elektrischen Beleuchtung einträte. An der Hand einer graphischen Darstellung der Energiekurve für Kohle erinnerte NERNST daran, daß die von dem glühenden Kohlenfaden ausgesandten Strahlen der Mehrzahl nach von größerer Wellenlänge sind als das Licht; in das Gebiet der leuchtenden Strahlen fallen nur 3%, während die übrigen 97% als Wärmestrahlen verloren gehen. Ein besseres Ergebnis ist durch Erhöhung des Wärmezustandes, die die Energiekurve mehr nach dem Gebiete der Strahlen kürzerer Wellenlänge verschieben würde, praktisch nicht zu erzielen, da der dünne Kohlenfaden der üblichen Glühlampen eine solche Erhöhung des Wärmezustandes nicht verträgt. NERNST hatte sich das Ziel gesetzt, unter den eine gute Lichtausbeute gewährenden Stoffen solche ausfindig zu machen, die der elektrische Strom auf einen hohen Wärmezustand bringt und darauf erhält. Er wählte das Magnesiumoxyd, das als Leiter zweiter Klasse bei hohem Wärmezustande ein verhältnismäßig gutes Leitvermögen hat. Es genügte, das in einen Wechselstromkreis eingeschaltete Magnesiastäbchen mit einer Flamme bis zur Rotglut zu erwärmen, um es so weit leitend zu machen, daß der nun hindurchfließende Strom die weitere Erwärmung bis zum vollständigen Weißglühen allein besorgt. In diesem Zustande sendet das Stäbchen ein blendend weißes, vollkommen ruhiges und gleichmäßiges Licht aus, das in seiner Zusammensetzung ziemlich nahe mit dem Sonnenlicht übereinstimmt. Da die Leiter zweiter Klasse von einem Gleichstrom elektrolytisch zersetzt werden, verwendete NERNST anfangs ausschließlich Wechselstrom. Er fand jedoch durch Versuche, daß man auch Gleichstrom ohne weiteres benutzen könne, ohne daß eine wahrnehmbare Elektrolyse stattfindet. Nach Helmholtzs Untersuchungen über Depolarisation und Restströme wirke der Sauerstoff der umgebenden Luft als Depolarisator, so daß die thatsächlich vorhandene Elektrolyse nicht in die Erscheinung trete. Die wesentlichste Schwierigkeit, die zu überwinden war, um die Erfindung praktisch zu verwerten, bestand darin, daß Magnesia im kalten Zustand ein Nichtleiter ist, so daß es erforderlich ist, die Substanz zu erwärmen, um sie leitend zu machen. Diese Vorwärmung kann bei kleineren Stäbchen durch ein Streichholz erfolgen, bei größeren bedarf man aber schon einer Spirituslampe. Zur Beseitigung dieser Unbequemlichkeit liegen zur Zeit zwei selbstthätige anscheinend brauchbare Vorwärmer vor. Die von NERNST selbst angegebene Vorrichtung besteht aus einer parabolisch-cylindrischen Glocke, an deren Innenseite eine Anzahl Windungen

gedrehten Strahls und in der Erkenntnis, daß mit diesem die Erscheinung aufs engste verknüpft ist; die Art, wie er sie damit verknüpfe, sei aber unrichtig, und hierdurch werde seine Theorie als Erklärung der Erscheinung ebenfalls unrichtig.

Ich füge hinzu, daß die vollständige Theorie des Regenbogens, die heut mit dem Namen der Descartesschen bezeichnet wird, erst von Newton in seiner Optik (Book I, Part II, Prop. IX, Prob. IV) gegeben worden ist, da hier zuerst die Farben des Regenbogens erklärt werden; man braucht aber als Kollektivbezeichnung den Namen Descartessche Theorie nicht mit Unrecht, da die Lehre von den mindestgedrehten Strahlen unfraglich den Kardinalpunkt der ganzen Theorie darstellt. Die unzulässige Annahme strenger Parallelität dürfte übrigens nur auf einige neuere Lehrbücher zurückzuführen sein; in Newtons Optik wird vielmehr auseinandergesetzt, daß in der Nähe des Grenzwertes die Größe des Drehungswinkels sich eine Zeit lang nur wenig ändert, und daß daher in der Nähe jenes Grenzwertes von allen den Strahlen, die auf die Vorderseite des Tropfens auffallen, eine viel größere Anzahl austritt als in irgend einer anderen Richtung. Auch in einem cartesianischen Lehrbuch der Physik (Rohault, 1708) heißt es, daß die dem Grenzstrahl benachbarten Strahlen *satis spissi et fere paralleli* austreten. Über die ursprüngliche Descartessche Erklärung wird das nächste Heft noch einige Mitteilungen bringen.

P.

feinen Platindrahtes befestigt sind und in deren Mitte der Glühkörper frei hängt. Der Platindraht liegt parallel zum Magnesiastab in dem Stromkreise. Beim Einschalten der Lampe geht der Strom zunächst durch den Platindraht, der schwach rotglühend wird. Die ausgestrahlte Wärme vereinigt sich auf dem in der Brennlinie der Glocke angebrachten Glühkörper, der in 10 bis 40 Sekunden ausreichend erwärmt wird. Sobald ein starker Strom durch den Glühkörper fließt, zieht ein dahinter geschaltetes Solenoid seinen Kern, der mit der Glocke verbunden ist, nach oben, wodurch der Platindraht ausgeschaltet und die Glocke vollständig von dem Glühkörper entfernt wird, der nun sein Licht frei nach allen Seiten ausstrahlen kann. Bei der anderen Vorrichtung ist die Glocke durch einen kleinen von Dr. Ochs angegebenen Heizkörper ersetzt, der unmittelbar unter dem Leuchtkörper angebracht ist und aus einem kleinen Porzellancyliner mit einer größeren Anzahl feiner Platinwindungen besteht. Dieser feststehende Heizkörper wird in der gleichen Weise wie der obige ausgeschaltet, sobald er den Glühkörper genügend vorgewärmt hat. Die Nernstschen Lampen werden in den Lichtstärken 25, 50 und 100 HK für 110 und 220 V hergestellt. Die neueste Gestaltung weicht äußerlich kaum von der der üblichen Glühlampen ab, so daß man deren Fassungen dafür verwenden kann. Die Brenndauer der neuen Lampen beträgt ungefähr 300 Stunden. Nach dieser Zeit muß das Magnesiastäbchen, das allmählich ein krystallinisches Gefüge annimmt und brüchig wird, erneuert werden. Die ersten Anschaffungskosten sind höher, die Unterhaltungskosten niedriger und die Betriebskosten geringer wie bei den alten Glühlampen. Während bei diesen 1 PS etwa 240 HK liefert, erzielt man bei den Nernstschen Lampen etwa 480 HK.

Über die Vorgänger der Nernstschen Lampe, insbesondere über die Kaolinlampe Jablochkoffs, hat ERIENNE DE FODOR einen beachtenswerten Aufsatz in der *Zeitschr. f. Elektrotechn.* 17, 172; 1899 veröffentlicht. Vgl. auch den Vortrag SWINBURNES in der Society of Arts, *E. T. Z.* 20, 159; 1899.

H.-M.

Schmiermittel für Glashähne. Ein gutes Schmiermittel für Glashähne soll am Glase festhaften, nicht durch Wasser gelöst, durch Temperaturunterschiede nur wenig geändert, durch Alkalien nicht verseift werden und durchscheinend sein. Tierische Fette sind daher unbrauchbar. Vaseline haftet schlecht und dichtet nicht genügend. Auch eine Lösung von Guttapercha in hochsiedendem Mineralöl haftet nicht ausreichend. FRANCIS C. PHILLIPS (*Chem. News* 78, 311; 1898, *Deutsche Mech.-Ztg.* 1899, S. 45) fand eine unter möglichstem Luftabschluss zusammengeschmolzene Mischung von 70 Teilen reinem Gummi, 25 Teilen Walrat und 5 Teilen Vaseline sehr brauchbar. Im Winter thut man gut, etwas mehr Vaseline zu nehmen. Ein anderes sehr gutes Schmiermittel ist eine zusammengeschmolzene Mischung von 70 Teilen reinem Gummi und 30 Teilen gelbem ungebleichten Wachs. Diese Schmiermittel bewahrt man in verschlossenen Gefäßen auf. Man entfernt sie durch ein wenig konzentrierte Salpetersäure leicht von den Glashähnen.

H.-M.

Mittel, um das Beschlagen von Glas zu verhüten. *Diamant* 21, 206; 1899, *Deutsche Mech.-Ztg.* 1899, 97. Verreibt man eine Spur gelber Schmierseife auf dem Glase recht gleichmäßig und poliert man mit einem trockenen Tuche nach, so kann man auf die so behandelte Fläche hauchen, ohne daß der Hauch sich sichtbar niederschlägt. Der ausgehauchte Dampf verdichtet sich zunächst wie gewöhnlich zu winzig kleinen Tröpfchen. Die Tröpfchen lösen Spuren von Seife auf, mit denen sie in Berührung kommen, fließen zusammen und bilden eine gleichmäßige und daher durchsichtige Schicht.

H.-M.

Einen Kitt für zerbrochenes Gußeisen giebt die *Fachztg. f. Blechb. u. Inst.* 6, 62; 1899 (*Deutsche Mech.-Ztg.* 1899, 66) an. 2 Teile Salmiak, 1 Teil sublimierter Schwefel und 16 Teile Gußeisenfeilspäne werden innig mit einander vermischt und das Gemenge trocken aufbewahrt. Bei Bedarf mischt man ein wenig davon mit 20 mal so viel Eisenfeilspäne und zerstößt das Gemisch im Mörser unter Hinzufügung von so viel Wasser, daß eine plastische Masse daraus entsteht. Mit dieser bestreicht man die Bruchflächen und preßt die Stücke fest zusammen. Nach dem Trocknen hat die Verbindungsstelle eine Festigkeit, die der des Gußeisens nicht nachsteht.

H.-M.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Vorlesungen über Gastheorie von Ludwig Boltzmann. II. Teil: Theorie van der Waals'; Gase mit zusammengesetzten Molekülen; Gasdissociation; Schlufsbemerkungen. Leipzig, Joh. Ambr. Barth. 1898. X u. 265 S.

In der Geschichte der Physik nimmt die Gastheorie eine Ausnahmestellung ein. Hypothesen von der Art, wie sie in ihr eingehend durchgeführt werden, — die Wellenlehre des Lichtes ist davon wesentlich verschieden — haben sonst mit Recht wenig Anklang gefunden und sind zu keiner Bedeutung gelangt; man denke z. B. an die mannigfachen Versuche zu einer mechanischen Erklärung der Gravitation. Ihren Ursprung leitet jene Ausnahmestellung aus einer falschen Auffassung des Gesetzes von der Erhaltung der Energie her. Jedenfalls ist, da sie einmal besteht, wohl noch immer bei vielen das Bedürfnis vorhanden, in die fragliche Theorie ihrer ganzen Breite nach Einblick zu erhalten. Niemand war so berufen, dafür die Führung zu übernehmen, wie Boltzmann.

Der Verf. fürchtet, die mechanische Gastheorie könnte früher oder später in Vergessenheit geraten; er will daher durch sein Buch verhüten, daß dann allzu viel noch einmal entdeckt werden müsse. Er unterläßt es demgemäß auch, außer in Bezug auf das Verhältnis der beiden spezifischen Wärmen, im einzelnen Vergleiche mit der Erfahrung anzustellen. Er erreicht dadurch wenigstens formell eine gewisse Harmonie des Ganzen, die bei einem Eingehen auf zahlenmäßige Beobachtungen anhören würde.

Nach einer Erörterung der Waalsschen Theorie folgen kritische Bemerkungen dazu. Ein Abschnitt über einige Sätze der Mechanik leitet die Behandlung von Gasen mit zusammengesetzten Molekülen ein, worauf eine allgemeinere Form der Waalsschen Gleichung mit Hilfe des Virialbegriffes abgeleitet wird. Zum Schluf folgen Betrachtungen über Dissociation und Ergänzungen zu den Sätzen über das Wärmegleichgewicht in Gasen mit zusammengesetzten Molekülen. *Paul Gerber, Stargard.*

Die physikalischen Erscheinungen und Kräfte, ihre Erkenntnis und Verwertung im praktischen Leben von Prof. Dr. LEO GRUNMACH. Mit über 600 Textabbildungen und 3 Tafeln. Leipzig, O. Spamer. 1899. 442 S. M. 6, eleg. geb. M. 7,50.

Das Werk ist aus dem zweiten Bande der neuesten Auflage des bekannten „Buches der Erfindungen“ hervorgegangen. Wir müssen es als eine vortreffliche Leistung bezeichnen, die Gemeinverständlichkeit mit wissenschaftlicher Strenge vereinigt. Um einige Beispiele zu geben: man findet in dem Abschnitt über Maß und Messen die Vakuumwagen der Normalaichungscommission, die Bestimmung der Gravitationsconstante durch König und Richarz und das Hippische Chromoskop; in der Akustik das Bellsche Photophon; in der Optik das Lummer-Brodhunsche Photometer, das Teleskop und Abbildungen einer Reihe der berühmtesten Refraktoren der Erde nebst Himmelsaufnahmen; in der Wärmelehre die Apparate von Cailletet und von Linde zur Verflüssigung der Luft; im Galvanismus das Zeemannsche Phänomen, die Röntgenstrahlen, die Marconische Telegraphie, den Wehneltischen Unterbrecher. Eine Anzahl von größtenteils wohl gelungenen Portraits trägt überdies zur Belebung des Textes bei. Das Werk eignet sich auch besonders für Schüler der obersten Klassen. *P.*

Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik und Meteorologie. Neunte umgearbeitete und vermehrte Auflage von Prof. Dr. Leop. Pfaundler unter Mitwirkung des Prof. Dr. Otto Lummer. In 3 Bänden. Mit 2981 Abbildungen und 13 Tafeln, zum Teil in Farbendruck. II. Band. 2. Abteilung [Wärme]. Braunschweig, F. Vieweg u. Sohn, 1898. XIV u. 768 S.

Mit dem vorliegenden Bande hat die neunte Auflage dieses Werkes, das seit zwei Menschenaltern einen bedeutenden Einfluß auf den physikalischen Unterricht in Deutschland ausgeübt hat, seinen würdigen Abschluß gefunden. Die gewaltigen Fortschritte unserer Wissenschaft haben den alten Rahmen des Werkes zersprengt. Es dürfte sich daher empfehlen, die jetzige Verteilung des Stoffes auf drei Bände bei der hoffentlich bald beginnenden zehnten Auflage aufzugeben und den Inhalt auf eine größere Zahl handlicher Bände zu verteilen, dabei könnten der verkümmerte Abschnitt über die meteorologischen Erscheinungen, den kaum ein Leser benutzt, ausgemerzt und die Strahlungserscheinungen aus den verschiedenen Büchern herausgezogen und einheitlich zusammengefaßt werden. Jede gut verwaltete und ausgestattete Lehranstalt besitzt heutzutage Landolt und Börnsteins physikalisch-chemische Tabellen, Weinholds physikalische Demonstrationen, Machs Mechanik und dessen Prinzipien der Wärmelehre und Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften. Für den Physiklehrer sind daher viele der langen Tabellen und manche Versuche und Apparate von mehr antiquarischem als historischem Werte jetzt entbehrlich. Die Versuche, Apparate und Modelle des Werkes sollen ein Bild geben von den Demonstrationen, die jetzt den Studenten in den Hörsälen eines mit allen Hilfsmitteln der Neuzeit ausgestatteten physikalischen Institutes vorgeführt werden.

Daneben sollen auch die Methoden und Apparate der messenden Physik beschrieben werden, die jetzt die besten Ergebnisse liefern. Die wichtigsten älteren und überholten Verfahren und Vorrichtungen sollen nur kurz unter Hervorhebung der Grundgedanken erwähnt werden. Diese Forderungen, die zwar nicht die ausgesprochenen Ziele der vorliegenden Auflage waren, aber doch darin bereits zum Teile verwirklicht sind, werden hier nicht ausgesprochen, um das hohe Ansehen eines alten bewährten Freundes herabzusetzen; ihre Erfüllung soll vielmehr der Neuauflage den erfolgreichen Wettbewerb mit jüngeren Werken, mit Winkelmanns Handbuch, den Lehrbüchern von Riecke und Violle und dem Text-Book of Physics von J. H. Poynting und J. J. Thomson sichern.

Pfaundler hat in dem vorliegenden Bande die Anordnung der 8. Auflage im wesentlichen beibehalten, einiges Veraltete durch Neues ersetzt, die wesentlichen Lücken ergänzt und die Darstellung verbessert. Die zahlreichen Ergänzungen können hier nicht im einzelnen aufgezählt werden; alle Lücken auszufüllen war nicht möglich, da die mächtig angeschwollene Optik der Wärme den erforderlichen Raum weggenommen hatte. Worte der Empfehlung sind bei einem so langbewährten Werke überflüssig, wohl aber geziemt es sich, nach der Vollendung der neunten Auflage Pfaundler und seinem Mitarbeiter Lummer für die treffliche Verjüngung des alten Müller-Pouillet auf das wärmste zu danken.

Hahn-Machenheimer.

Experimental-Vorlesungen über Elektrotechnik für Mitglieder der Eisenbahn- und Post-Verwaltung, Berg- und Hüttenbeamte, Angehörige des Bauwesens, Architekten, Ingenieure, Bau- und Maschinentechniker, Chemiker, Lehrer der höheren Lehranstalten, Studierende, Industrielle u. s. w. gehalten von Dr. K. E. F. Schmidt, Professor der Physik an der Universität Halle a. S. Mit 3 Tafeln und 320 Abbildungen im Texte. Halle a. S., Wilhelm Knapp, 1898. VIII u. 431 S. 9 M.

Das Buch ist aus Vorlesungen hervorgegangen, die der Verfasser auf Veranlassung zuerst der Vereinigung der Kgl. Baubeamten und später der Kgl. Eisenbahnverwaltung zu Halle gehalten hat. Der Verfasser hatte sich dabei die Aufgabe gestellt: an der Hand von Versuchen die Grundlehren darzustellen, auf denen der Bau der in den elektrotechnischen Betrieben verwendeten Apparate und Maschinen beruht, die Wirkungsweise und Anwendung dieser Vorrichtungen darzulegen und auf Grund geschäftlicher Erfahrungen einen Überblick über die wirtschaftlichen Ergebnisse elektrischer Betriebe zu geben. „Überall bildet das Experiment den Ausgangspunkt der Betrachtungen; die Rechnung ist auf ein Minimum beschränkt, und wo theoretische Erörterungen am Platze schienen, sind so weit wie möglich graphische Darstellungen benutzt worden.“ Die Behandlung zeichnet sich durch große Anschaulichkeit, Klarheit und Einfachheit aus. Die physikalischen Grundlagen der Elektrotechnik sind mit gründlicher Sachkenntnis dargelegt; dagegen sollen einzelnen rein technischen Ausführungen nach dem Urteile eines elektrotechnischen Fachmannes (*E. T. Z.* 20, 662; 1899) einige kleinere Mängel anhaften, die daraus entspringen, daß der Verfasser nicht selbst in der Praxis steht. Für den physikalischen Unterricht ist das Buch insofern von besonderem Werte, als es gewisse schwierige Gebiete, die noch nicht didaktisch bearbeitet sind, die aber früher oder später wegen ihrer steigenden praktischen Anwendung im Unterrichte berücksichtigt werden müssen, auf vortreffliche Weise weiteren Kreisen leicht verständlich macht. Die besonderen elektrotechnischen Fragen, die jetzt an den Physiklehrer herantreten, der elektrische Anschluß der Schule an eine Centrale, die Anordnung der Leitungen im Schulgebäude, insbesondere im Hörsaal und im Vorbereitungsraum, die Einrichtung und Ausstattung des Schaltbrettes, die zweckmäßige Wahl und Benutzung der Widerstände, die für den Lehrer (nicht die Schüler) geeignetsten Messvorrichtungen und Messverfahren zur Vorbereitung der Versuche behandelt das Buch seinem Zwecke und seiner Anlage entsprechend nicht gesondert; es bietet darüber nur mittelbare Belehrungen. Der Verfasser hat mit Rücksicht auf seine Zuhörer, zumeist Staatsbeamte, fast überall, zuweilen auf Kosten der Kürze und Schärfe, die Benutzung von Formeln ängstlich vermieden und nicht einmal die einfachsten physikalischen Grundgesetze vorausgesetzt. Man könnte daraus den Schluß ziehen, daß ihn zu diesem mühsamen und umständlichen Verfahren die Erfahrung veranlaßt habe: daß unsere höheren Lehranstalten den Schülern nicht das erforderliche Maß mathematischer und physikalischer Bildung in das Leben mitgeben, das auch Verwaltungsbeamte heutzutage, wo die Naturwissenschaften immer tiefer in alle Verhältnisse des privaten und öffentlichen Lebens eingreifen, durchaus besitzen müssen, wenn sie in Zukunft allen Anforderungen des Dienstes vollauf genügen sollen.

Hahn-Machenheimer.

Der elektrische Strom und seine wichtigsten Anwendungen in gemeinverständlicher Darstellung. Von Dr. W. Bernbach in Münsterfeld. Zweite, gänzlich umgearbeitete und vermehrte Auflage. Mit 135 Abbildungen. Leipzig, O. Wigand 1899. VII u. 198 S. M. 3, geb. M. 3,75.

Das Buch enthält einen vorbereitenden Teil (mechanische Arbeit u. s. w.), bringt sodann die Lehre vom elektrischen Strom, seinen verschiedenen Entstehungsweisen und Wirkungen und stellt

endlich die wichtigsten Anwendungen zusammen. An dieser Stelle haben auch neuere Versuche eine Besprechung gefunden, so die von Röntgen, Hertz, Tesla, Marconi und Nernst. Die Auswahl und Anordnung des Stoffes und die Begründung der Lehrsätze muß als eine recht praktische und anschauliche bezeichnet werden. Dies tritt z. B. darin hervor, daß elektromotorische Kraft und Schaltung von Elementen an der Hand von Abbildungen entsprechender Systeme von Wasserpumpen erläutert werden. Ferner wird die Besprechung der Kraftübertragung mittels hochgespannter Ströme mit einem Kostenanschlag für eine Leitung mittlerer Spannung begonnen u. a. m.

Der Begriff der Spannung wird unter Berufung auf Müller-Pouillet definiert als Kraft, mit welcher eine Einheit der Elektrizitätsmenge von der Oberfläche weg abgestossen wird; es handelt sich also um die Größe $4\pi s$. Referent hält es für das Vorteilhafteste, Spannung und Potentialdifferenz zu identifizieren. Kann man vielleicht hierüber verschiedener Meinung sein, so ist es sicher unzweckmäßig, in einem Werke über den elektrischen Strom das Wort Spannung in einem Sinne zu gebrauchen, der sich von dem in der Praxis üblichen entfernt.

Erfreulich ist jedenfalls, daß der Verf. des vorliegenden Buches mit klaren mathematischen Begriffen arbeitet, was, wie ein Blick auf die populäre Litteratur über Elektrizität lehrt, durchaus nicht selbstverständlich ist. Sp.

Elektrizitätswerke, elektrische Kraftübertragung und elektrische Beleuchtung. Gemeinverständliche Darstellung von Dr. W. Bernbach in Münstereifel. Mit 64 Abbildungen. Wiesbaden, Lützenkirchen und Bröcking 1898. 90 S. M. 2—.

Das Büchlein zeichnet sich, wie das vorstehend besprochene desselben Verfassers, durch eine schlichte anschauliche Darstellung aus. Die drei ersten Abschnitte schliessen sich den entsprechenden Darlegungen des allgemeineren Buches ziemlich nahe an. Die folgenden Kapitel sind betitelt: Elektrische Centralen (einschließlich Akkumulatoren), Transformation und elektrische Kraftübertragung, elektrische Beleuchtung, Motoren, Elektrizitätszähler, der Betrieb, Straßenbahnen, Rentabilitätsberechnung. Für den physikalischen Unterricht kann das Buch in Betracht kommen durch Veranschaulichung von Dingen, die in der Regel in Schulbüchern nicht besprochen sind, aber doch wenigstens da erwähnt werden sollten, wo sie, wie etwa das Dreileitersystem in Berlin, dem Schüler häufig vor die Augen treten. Sp.

Wörterbuch der Elektrizität und des Magnetismus. Ein Hand- und Nachschlagebuch. Mit vielen Abbildungen. Von Prof. W. Weiler. Leipzig, Moritz Schäfer. 1898, IV und 632 S. M. 12.

Die neue Fachsprache, welche gleichzeitig mit der neuen Wissenschaft und Technik der Elektrizität geschaffen worden ist, findet sich in akademischen Veröffentlichungen, in wissenschaftlichen und industriellen Zeitschriften und selbst in Preislisten weit herum zerstreut. Die wichtigsten Ausdrücke und Begriffe will das vorliegende Werk in alphabetischer Ordnung darstellen und wo nötig durch Abbildungen erläutern. Die begrenzte Auswahl, die, um allzu großen Umfang zu vermeiden, getroffen werden mußte, kann als eine zweckentsprechende bezeichnet werden. Ob es ebenso zweckmäßig war, dem Praktiker Formeln und Tabellen zu geben und zwar manchmal in großer Ausführlichkeit (z. B. 16 Seiten über Kreisumfang, -inhalt, zweite und dritte Potenz und Wurzel), darüber läßt sich wohl streiten; jedenfalls wäre es übersichtlicher gewesen, diese Tabellen alle an einer Stelle zu bringen, anstatt auch sie zu verstreuen.

Für wichtige umfassende Capitel, z. B. Wechselstrom, Polarisation, ist die Form des Wörterbuches wenig geeignet, und es soll kein Vorwurf für den Verf. sein, wenn wir glauben, daß es recht mühsam ist, sich aus zahlreichen Einzelaufsätzen, immer einem neuen Hinweise folgend, das Wissenswerte zusammensuchen. Da indes eine große Zahl sorgfältig zusammengestellter sehr kurzer Artikel Aufnahme gefunden hat, die man recht gern in einem Wörterbuche suchen wird, so kann das Buch in vielen Fällen gute Dienste leisten. Dies gilt insbesondere auch von einem beige-fügten Wörterbuche englischer und französischer Fachausdrücke. Sp.

Elektrizität und Magnetismus. Von Prof. Dr. M. Fr. Daniels. Autor. deutsche Bearbeitung von Dr. A. Gockel. Freiburg (Schweiz). Univ.-Buchh. (Veith) 1899. 307 S.

Für Studierende der Physik in den ersten Semestern oder für technische Mittelschulen bestimmt, giebt das Buch einen elementaren Abriss der Lehre von der Elektrizität und dem Magnetismus, der seinem Zwecke entsprechend klar und leicht verständlich ist und in den mathematischen Teilen nur die einfachsten Hilfsmittel benutzt. Den mathematischen Deduktionen, den allgemeinen Theorien und den Messungsmethoden werden die experimentellen Teile vorausgeschickt, sodaß auf einer ersten Unterrichtsstufe nur die letzteren berücksichtigt zu werden brauchen. Sonst unterscheidet sich die Darstellung nicht wesentlich von der gebräuchlichen. Im Anfang wird das Bild der beiden Fluida

benutzt, beim Condensator das Potential erst experimentell, dann theoretisch eingeführt, erst später in den „Theorien“ kommen die elektrischen Kraftlinien und die Faraday-Maxwellschen Anschauungen. Trotz der sehr elementaren Darstellung und dem verhältnismäßig geringen Umfange ist das Buch doch sehr inhaltreich; hat der Übersetzer es doch für nötig gehalten, die Resultate der neuesten Forschung seit dem Erscheinen des Originals (1894) zuzufügen. So findet man die neueren elektrochemischen Theorien, Hertz'sche Versuche, Elektrooptik, selbst die Phänomene von Kerr, Kundt und Zeemann etc. Dabei zeigt sich aber auch die eigentliche Schwäche des Buches: Die Fülle des Stoffes verhindert vielfach ein tieferes Eindringen und Durcharbeiten. So wird, bevor durch Versuche quantitative Verschiedenheiten des elektrischen Zustandes nachgewiesen sind, von gleichen und ungleichen Ladungen gesprochen; daß die im Condensator aufgespeicherte Energie sich bei der Entladung in Wärme etc. umsetze, wird behauptet, bevor von Arbeitsleistungen bei der elektrischen Ladung die Rede war. Die experimentelle Begründung für die Begriffe Potential und Kapazität ist ziemlich dürftig; dasselbe gilt von dem Begriff des magnetischen Widerstandes und dem Hopkinsonschen Gesetz. Ganz unverständlich muß für den Anfänger der kurze Abschnitt über Wechselstrom- und Drehstrommotoren bleiben. Das ist um so merkwürdiger, als sonst die technischen Anwendungen und die Instrumente recht gut beschrieben werden. Was über Elektrooptik gesagt ist, wäre wohl verständlicher geworden, wenn es an richtiger Stelle stände, nämlich nicht vor der Induktion in demselben Abschnitte mit den elektrochemischen Theorien, sondern nach den Hertz'schen Versuchen. Die Lorentz'sche Erklärung des Zeemann-Phänomens wäre besser fortgeblieben; sie erklärt durchaus nicht „vollkommen“ alle bis jetzt entdeckten Erscheinungen und ist nach der gegebenen Darstellung unverständlich.

Die Übersetzungen ausländischer wissenschaftlicher Werke, wie sie in den letzten Jahren zahlreich erschienen sind, haben für die Forschung wie für den Unterricht großen Wert, wenn durch sie die eigenartigen Forschungsmethoden, Ideenbildungen und Darstellungsformen fremder Gelehrten weiteren Kreisen bekannt werden. Ob das für das vorliegende Buch gelten kann, muß bezweifelt werden. Es ist ein ganz brauchbares Lehrbuch, das in seinem Vaterlande recht günstig aufgenommen ist. Aber Inhalt und Darstellungsform haben nichts Charakteristisches und in der Schärfe der Begriffsbildung, die der Übersetzer an ihm rühmt, sind ihm unsere besseren Lehrbücher überlegen.

Götting.

Traité élémentaire de mécanique chimique fondée sur la thermodynamique. Par P. Duhem. Paris, A. Hermann. Tome III. Les mélanges homogènes. Les dissolutions. 1898. 380 S. — Tome IV. Les mélanges doubles. Statique chimique générale des systèmes hétérogènes. 1899. 381 S.

In schneller Folge sind der dritte und vierte Band von Duhem's *Mécanique chimique* erschienen, und das umfangreiche Werk ist damit abgeschlossen. Die vorsichtige Arbeitsweise des Autors, der mehr Gewicht auf die äußerste mathematische Strenge als auf Kürze und Handlichkeit des Endausdrucks legt, ist bekannt. Diese Strenge und Ausführlichkeit machen das Buch zum eingehenden Selbststudium geeignet, erschweren aber ein schnelles Orientieren in einer Frage. Ein sehr großer Vorzug des Buches ist die fast vollständige Berücksichtigung der neueren Forschungsergebnisse, der mehr theoretischen wie der experimentellen, bis in die allerletzte Zeit hinein.

Der Inhalt der einzelnen Abschnitte ist folgender: Buch VI. Die homogenen Mischungen: Thermodynamisches Potential einer homogenen Mischung. Zustand der Componenten in der Lösung. Die unendlich verdünnten Lösungen. Der osmotische Druck. Die Hypothesen von van 't Hoff und Arrhenius. Chemische Reaktionen in homogenen Systemen. — Buch VII. Die Lösungen: Salzlösungen. Verdampfen der Lösungsmittel. Die Kirchhoff'schen Formeln. Ausfrieren der Lösungsmittel. Die krystallwasserhaltigen Salze. Die Hydrate der Gase. Die Doppelsalze. — Buch VIII. Die binären Mischungen: Allgemeine Sätze über die binären Mischungen. Theorie der Destillation. Der kritische Zustand einer Mischung. Verflüssigung eines Gasgemisches. Flüssige binäre Mischungen. Lösungen von Gasen. Mischungen verdampfbarer Flüssigkeiten. Einige Fälle von Dissociation. Die isomorphen Mischungen. — Buch IX. Allgemeine chemische Statik der heterogenen Systeme: Allgemeine Prinzipien der chemischen Statik von heterogenen Systemen bei constantem Druck. Allgemeine Sätze über die univarianten und bivarianten Systeme. Allgemeine Prinzipien der chemischen Statik von heterogenen Systemen bei constantem Volumen. *W. Roth.*

Leçons de Chimie physique, professées à l'université de Berlin par J. H. van 't Hoff. Ouvrage traduit de l'allemand par M. Corvisy. I. partie: La Dynamique Chimique. Paris 1898, A. Hermann. 263 S.

Das Buch geht wie das deutsche Original über den Inhalt der bloßen Vorlesungen des Verfassers hinaus und behandelt im vorliegenden ersten Teile die gesamte chemische Dynamik, vielfach mit ein-

gehender mathematischer Begründung. Für die Wertschätzung, die das Werk auch im Auslande genießt, spricht außer dieser Übersetzung von M. Corvisy noch der Umstand, daß es inzwischen auch ins Englische, durch R. A. Lehfeldt, übertragen ist (vgl. *Nature* 1899 Vol. 59. 1537 p. 557). O.

Das Aluminium, seine Darstellung, Eigenschaften, Verwendbarkeit und Verwendung. Von R. Köhler, Oberlehrer am herzogl. Realgymnasium in Altenburg, 1898. Altenburg, Schnuphasesche Hofbuchhandlung. 2. wesentlich vermehrte Aufl. 71 S. M. 1,60.

Die Schrift, die aus einer Programmabhandlung des Verfassers hervorgegangen ist, behandelt zunächst das Vorkommen und die Geschichte des Aluminiums und giebt dann eine Übersicht der jetzt üblichen Darstellungsverfahren. Es werden dann die Eigenschaften des Metalles und hauptsächlich die praktische Verwendbarkeit zu Kochgeschirren, Feldflaschen u. s. w. erörtert; dabei werden auch die ungünstigen Ergebnisse der von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt vorgenommenen Untersuchungen, sowie die im Auftrage des Kaiserl. Gesundheitsamts angestellten günstigeren Untersuchungen von Ohlmüller und Heise mitgeteilt, woran der Verfasser noch die Resultate seiner eigenen Versuche anschließt. Die Schrift, die eine treffliche Monographie des Metalles darstellt, ist auch für die Verwendung im Unterricht namentlich an Realschulen zu empfehlen. O.

Programm-Abhandlungen.

Der physikalisch-chemische Unterricht in der höheren Mädchenschule. Von Paul Siemon, *Dorotheenschule in Berlin*. 1898. Berlin, R. Gaertner.

Das Ziel des physikalisch-chemischen Unterrichts an der höheren Mädchenschule soll etwa dasselbe sein wie beim vorbereitenden physikalisch-chemischen Lehrgang der höheren Knabenschulen, wobei der Vorteil besteht, daß die Mädchenschule mit zehnjährigem Kursus — die als Norm angenommen wird — für dieses Ziel die doppelte Zeit zur Verfügung hat. Die Methode soll in beiderlei Schulgattungen grundsätzlich dieselbe sein, nur sollen die Eigentümlichkeiten der weiblichen Natur entsprechende Berücksichtigung finden. Das Experiment soll im allgemeinen an die Spitze gestellt und alle Nebenumstände und Hilfsapparate genau beschrieben werden. Gefordert wird ein besonderes Lehrzimmer mit den nötigen Ausrüstungen; der Verfasser stellt es mit Recht als traurige Thatsache hin, daß die meisten Privatschulen — auf denen ein recht bedeutender Prozentsatz der weiblichen Jugend seine Ausbildung empfängt — in dieser Beziehung viel zu wünschen lassen. Daß die Anforderungen, die überhaupt an ein Experiment zu stellen sind, in besonderem Maße für den Versuch im Mädchenunterricht gelten sollen, da die Mädchen „sehr zu Zweifel und Mißtrauen“ neigten, wird vielfach auf Widerspruch stoßen; man wird vielmehr meist einer gewissen oberflächlichen Leichtgläubigkeit entgegentreten müssen, da die Mädchen viel eher als die Knaben geneigt sind, kritiklos in verba magistri zu schwören. Auch in der Forderung, wegen des stark ausgeprägten Formensinnes der Mädchen lieber „sauber und gut gearbeitete Instrumente zu kaufen“, als sie selber zusammenzustellen, sowie in der Forderung „möglichster Eleganz in der Ausführung“ „nicht nur für jeden Apparat, sondern auch für jeden Versuch“, vermögen wir dem Verfasser nicht zu folgen. Der Forderung der „Einfachheit“, die der Verfasser gleichfalls und mit Recht erhebt, wird man gerade dadurch gerecht, daß man öfters mit ganz einfachen Mitteln operiert, also gewisse einfache Apparate vor den Augen der Schülerinnen entstehen läßt, wobei man sogar Gelegenheit nehmen wird, dem leidigen Hang nach dem Äußerlichen durch Betonung des Einfachen und Wesentlichen entgegenzutreten. Beachtenswert sind die sich an Noacks Aufsatz „Bemerkungen zum physikalischen Gymnasialunterricht“ (ds. Zeitsch. IV 161) anlehrenden Ausführungen über die Pflege des mündlichen Ausdrucks und über die kurzen von einzelnen Schülerinnen zu verlangenden Repetitionsvorträge; beiläufig bemerkt, ist das auf derartige Repetitionen sich beziehende Citat (S. 18) nach Noack (ds. Zeitsch. IV 164) ungenau wiedergegeben, abgesehen davon, daß Noack gar nicht von Schülerinnen spricht; Citate in Anführungsstrichen müssen nun einmal wörtlich genau sein. Die optimistische Auffassung des Verfassers, daß ein selbständiger praktischer Kursus „jetzt wohl an jeder Knabenschule besteht“, trifft leider nicht zu, wohl aber die sich daran anschließenden Bemerkungen über die Art, wie einzelne Versuche von den Schülerinnen zu wiederholen sind; ebenso (S. 19) das über das Anfertigen von Skizzen einfacher Apparate und über gewisse graphische Darstellungen, z. B. von Temperaturcurven, Gesagte. Der Verfasser gelangt schließlic zu folgender Stoffverteilung: Klasse II, 1. Halbjahr: Wärme, Magnetismus, 2. H.: Elektrizität, Chemie (erster Kursus), Klasse I, 1. H.: Mechanik fester und flüssiger Körper, 2. H.: Luftförmige Körper, Schall, einiges aus der Lehre vom Licht, Oberklasse 1. H.: Fortsetzung der Lehre vom Licht, Galvanismus, 2. H.: Chemie (zweiter Kursus). Hiernach würde, was die Chemie betrifft, für den ersten Kursus etwa „ $\frac{1}{3}$ Jahr übrig bleiben“; dies dürfte aber „in Erwägung der

Thatsache, daß viele Schülerinnen mit der ersten Klasse ihre Bildung abschließen“, unzulänglich sein, zumal vom Verfasser alles spezifisch auf den Hausfrauenberuf Bezügliche in den zweiten Kursus (der Oberklasse) verlegt wird. Wie übrigens das hierfür aufgestellte, acht große Abschnitte umfassende Programm — von denen der erste lautet: „Die wichtigsten Nahrungs- und Genussmittel in Bezug auf ihre chemische Zusammensetzung, ihre Bedeutung und ihre Herstellung, Conservierung und Verfälschung derselben“ — in $\frac{1}{2}$ Jahr erledigt werden soll, wenn man nicht ganz auf der Oberfläche stehen bleiben will, erscheint nicht verständlich. — Im ganzen seien die Ausführungen, die in anerkannter Weise die Bedeutung und den Wert, den die Naturwissenschaften auf der Mädchenschule haben sollten, betonen, andererseits aber das unter den gegebenen Verhältnissen Erreichbare vielfach etwas zu rosig ansehen, der Beachtung der interessierten Kreise empfohlen; und es ist zu wünschen, daß das diskutabile Thema noch weiterhin ergänzend behandelt werden möge, sei es von seiten des Verfassers oder von anderer Seite.

O. Ohmann.

Versammlungen und Vereine.

71. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in München

vom 17. bis 23. September 1899.

I. Allgemeine Sitzungen.

1. Herr FRITJOF NANSEN: „Meine Forschungsreise nach der Nordpolregion und deren Ergebnisse.“ Franz Josephs-Land besteht hauptsächlich aus Basalt. Unter dem Basalt ist eine Thonformation von ungefähr 600 Fuß Tiefe vorhanden, in der sich versteinerte Tiere vorfinden. Diese Versteinerungen gehören zur Juraformation, und wahrscheinlich ist das ganze Franz Josephs-Land nichts anderes als eine späte Jurabildung. Die Polarregion ist ein großes, ausgedehntes Tiefmeer, dessen größte gemessene Tiefe 3850 m beträgt. Zwischen Spitzbergen und Grönland existiert eine submarine Brücke, welche ungefähr 800—900 m tief liegen kann. An zehn verschiedenen Stellen wurde die Schwere durch Pendelobservationen bestimmt. Prof. Schiötz in Christiania berechnete aus den Beobachtungen die Beschleunigung der Schwere auf dem 86. Grad zu 9,83168 m; die normale Beschleunigung ist absolut dieselbe. Auf dem 84. Grad wurde eine Beschleunigung von 9,831281 gemessen; die normale sollte sein 9,83136. — Die Temperaturen wurden von der Expedition sorgfältig studiert. Mittels des Projektionsapparates wurden die Temperaturkurven in den verschiedenen Tiefen sichtbar gemacht. An der Oberfläche bis zu 100 m war eine Temperatur von $-1,6$ bis $-1,9^{\circ}$. Die gewöhnliche Temperatur sinkt in der Tiefe nicht unter -1° , während die Temperatur im nordatlantischen Meere $-1,5^{\circ}$ beträgt. Der Nordpol ist wärmer als das nordatlantische Meer, und es wird das Polarmeer nur als typischer Binnensee anzusehen sein. Der Einfluß des Golfstromwassers konnte an verschiedenen Stellen nachgewiesen werden. Als niedrigste Temperatur auf dem Eise wurde -53° gefunden. Im Sommer stieg die Temperatur auf $+5^{\circ}$. — Der Mond war mit doppelter Ringbildung selten, mit einfacher Ringbildung fast immer zu sehen. — Nordlichter, besonders farbige, wurden häufig beobachtet. Die Resultate der magnetischen Messungen konnten noch nicht mitgeteilt werden.

2. Herr VON BERGMANN (Berlin): Die Errungenschaften der Radiographie für die Behandlung chirurgischer Krankheiten.“ Mit Hilfe eines Projektionsapparates wurde eine sehr große Reihe von anatomischen Bildern vorgeführt und erklärt. In Bezug auf die biologischen Wirkungen der Röntgenstrahlen bestehen noch Widersprüche. Wenn man eine üppige Bakterienkultur stetig den Strahlen aussetzt, werden sie nach Beobachtung von Prof. Dr. Rieder großenteils vernichtet, während der Direktor des bakteriologischen Instituts in Berlin zum entgegengesetzten Resultate kam. Was die Röntgenstrahlen bis jetzt an Heilwirkung zu beobachten gaben, ist Imagination.

3. Herr W. FÖRSTER (Berlin): „Die Wandlungen des astronomischen Weltbildes bis zur Gegenwart.“ Der Vortragende schilderte die Entwicklung der Astronomie von Aristarch bis Bessel und wies darauf hin, daß das astronomische Weltbild in seiner heutigen Gestalt durch die Bewegung der Sternschnuppen und die Spektralanalyse bestätigt werde. Ferner wurde die Natur der Kometen besprochen und erwähnt, daß die elektrisch-magnetische Forschung auf die Astronomie angewandt wurde, wobei Seeliger zu dem Schlusse kam, daß das Newtonsche Anziehungsgesetz nicht als ein absolutes Weltgesetz angesehen werden könne. — Die Auffassung von Doppel- und mehrfachen Sternen als Sonnen hat durch die auf dem Observatorium zu Potsdam ausgebildeten neuen Methoden

eine wesentliche Bereicherung erfahren. Man kann aus den Spektren deutlich erkennen, in welchen Perioden und mit welcher Geschwindigkeit die eine der beiden Sonnen sich nach uns hin, die andere sich zugleich von uns weg bewegt. Die Möglichkeit einer Bewohnbarkeit der anderen Weltkörper wurde eingeräumt.

4. Herr **BIRCH-HIRSCHFELD** (Leipzig): „Wissenschaft und Heilkunst.“

5. Herr **BOLTZMANN** (Wien): „Entwicklungsgang der Methoden der theoretischen Physik in der neueren Zeit.“ Über den Vortrag wird besonders berichtet werden.

6. Herr **KLEMPERER** (Berlin): „Justus von Liebig und die Medizin.“

Gemeinschaftliche Sitzung der naturwissenschaftlichen Hauptgruppe.

1. Herr **CHUN** (Leipzig) gab „Erläuterungen zu seiner Ausstellung der Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition.“ Auf einer Karte war die Reiseroute markiert und es wurde gezeigt, an welchen Stellen Lotungen bis zu 6000 m gemacht worden sind. Nach dem 65. Grad südl. Breite nahm das Schiff „Valdivia“ seinen Kurs wegen des Packeises wieder nördlich. Auf den Kerguelen wurden interessante Landtierformen beobachtet und die Zahnheit der eingeborenen Tiere constatirt. Die Frage, wovon sich die Tiere, die aus der Tiefe heraufgeholt wurden, nähren, wird dahin beantwortet, daß die Diatomeen in die Tiefe sinken und so die Nahrung für die Bewohner der Tiefsee bilden. Der Vortragende zeigte eine Nadel eines Kieselschwammes, die ca. 150 cm lang war, und die aus der Tiefe heraufgeholt war. Die Nadel hatte das Aussehen eines Glasstabes. Zahlreiche Krustaceen waren in Abbildungen ausgestellt und wurden von dem Vortragenden eingehend erklärt. Abenteuerliche Fische mit Stielaugen wurden mehrfach aus großer Tiefe an das Tageslicht gebracht, und es geht die Ansicht der Forscher dahin, daß diese Fische in den ungeheueren Tiefen nur infolge des phosphoreszierenden Lichtes, das sie selbst ausstrahlen, sehen können.

2. Die Dezimalteilung der Winkel und Zeitgrößen. Herr **KLEIN** (Göttingen) weist darauf hin, daß die französische Regierung für das Jahr 1900 einen internationalen Congress nach Paris einberufen wird, der über die Frage der Dezimalteilung von Zeit und Kreisumfang beraten und womöglich die Einführung dieser Teilung beschließen soll. — Herr **MEHMKE** (Stuttgart) giebt zunächst eine geschichtliche Einleitung über die Teilung des Kreisumfangs und constatirt, daß schon Stevin den Vorschlag gemacht hat, den Winkelgrad dezimal zu teilen. In der Geodäsie finde die Dezimalteilung des Kreises bereits ausgedehnte Anwendung. Deshalb empfiehlt Referent am Schlusse die Dezimalteilung des rechten Winkels als die rationellste. — **GÜTZMER** (Jena) verliest das Gutachten Dr. Bauschingers (Berlin), worin erklärt wird, daß der Dezimalteilung des Kreisumfangs große Schwierigkeiten entgegenstehen. Es müßten sämtliche Tabellen der Sternwarten umgerechnet werden, was mindestens 10 Jahre dauern würde. Während dieser Zeit könnten die Astronomen keine andere Arbeit vornehmen, und die Kosten der Umrechnung seien ganz beträchtliche. In der Astronomie könne von der bisherigen Einteilung der Zeit und des Winkels unter keinen Umständen abgegangen werden. Die Dezimalteilung der Zeit und des Winkels empfehle sich nicht. — Herr **SCHÜLKE** (Osterode) teilt den Beschluß mit, der in der Unterrichts-Abteilung gefaßt wurde, und begründet denselben. Der Beschluß lautet: „Der Grad soll dezimal geteilt werden, der Quadrant dagegen in 90 gleiche Teile.“ In der sehr eingehenden Debatte erklären sich Seeliger (München) und Neumayer (Hamburg) für diesen Beschluß. **BOLTZMANN** (Wien) erklärt, die Physik habe nicht das große Interesse an der Frage. Für die Zeit soll die alte Einteilung gelassen werden, und nur den Grad soll man dezimal teilen. **KOHLRAUSCH** (Berlin) ist mit Boltzmann einverstanden. **SCHMIDT** (München) und **MEHMKE** erklären, für die Geodäten hätten sich bei der Dezimalteilung des Quadranten keine Schwierigkeiten ergeben. Auf Antrag **KLEIN** (Göttingen) beschließt die Versammlung zu veranlassen, daß dem Herrn Reichskanzler das Gesuch unterbreitet werde, den Vertreter Deutschlands auf dem nächstjährigen Pariser Congress im Sinn dieser Besprechungen zu informieren.

Gemeinschaftliche Sitzung der Abteilungen für Instrumentenkunde, Physik,
Geodäsie etc.

Herr **KAHLBAUM** (Basel) demonstrierte Horizontalschliffe an Glashähnen, die mit Quecksilber gefüllt werden, und zeigte außerdem Hähne vor, die aus zwei verschiedenen Materialien hergestellt waren. Dadurch wird das Einfressen verhindert. An einer Luftpumpe angeschraubt geben diese Hähne ohne Quecksilber und ohne Fett eine Luftverdünnung von 0,02 mm. Eine Flasche, die den 2. Februar 1899 in der Naturforscher-Gesellschaft zu Basel im luftleeren Zustand gezeigt, dann in Berlin demonstriert war und nun nach München kam, wo sie mehrfache Droschkenfahrten auszuhalten hatte, zeigte am Manometer sogar etwas Überdruck, weil auf die Anfertigung des Manometers keine besondere Sorgfalt verwendet worden war. Der Hahn wurde mehrfach herumgedreht, und der Verschluss erwies sich als absolut dicht. —

Herr PULFRICH (Jena) sprach über den von der Firma Carl Zeiss in Jena hergestellten Entfernungsmesser. Die Apparate sind auf demselben Prinzip aufgebaut wie die stereoskopischen Doppelrohrreife der Firma Zeiss. Durch Linsen und reflektierende Prismen erhält man ein räumliches Bild und liest über demselben unmittelbar die Entfernungen an einer Skala ab. Fällt nun das Bild eines vorüberfliegenden Vogels, einer Wolke oder eines Baumes mit irgend einer der Zahlen zusammen, so hat man sofort die gesuchte Entfernung. Auch bei der Nacht läßt sich der Apparat durch Vorsetzung geeigneter Blenden benutzen, um die Entfernung eines Lichtes oder eines Lagerfeuers zu bestimmen. Bei 2000 m Entfernung beträgt die Genauigkeit 141 m, bei 1000 m 35 m und bei 500 m ist der Genauigkeitsgrad 9 m. Mit dem größten der drei aufgestellten Apparate erzielt man eine Genauigkeit von 6 m auf 1000 m. Zum Schluss wurde noch ein Apparat ohne Optik gezeigt, um die Entfernung in einem Saale zu messen. Eine cylindrische Röhre von ca. 70 cm Länge und elliptischer Grundfläche ist durch ein Diaphragma in zwei Hälften geschieden und vorne mit verschiedenen Löchern versehen. Blickt man durch die Röhre, so erscheinen die Löcher wie eine Laternenreihe, und wenn nun das Bild einer Person, die sich im Saal befindet, unter einem der Löcher erscheint, so kann man an einer Skala die Entfernung ablesen.

Gemeinschaftliche Sitzung der Abteilungen für Physik, Chemie
und Mineralogie.

Herr MARCKWALD (Berlin) sprach über Phototropie d. h. über die Fähigkeit gewisser Substanzen, unter dem Einfluß der Lichtstrahlen die Farbe zu ändern. GOLDSTEIN behauptet in der Diskussion, es handle sich um eine rein optische Wirkung und nicht um eine chemische Modifikation. Er legt verschiedene Körper vor, die schon vor fünf Wochen angefertigt worden waren, und die sich in ihrer Farbe veränderten. —

Herr HAGENBACH (Bonn) sprach über die reduzierende Wirkung elektrolytisch abgeschiedener Metalle und über die Wirkungen des naszierenden Wasserstoffes auf einen oder wenige Körper, während die Bedingungen variiert wurden. Natrium und Calcium vermögen rascher zu reduzieren. Auch tritt ganz ohne Wasserstoff eine Reduktion ein.

Herr RAMSAY (London), der im Jahre 1894 Argon, 1895 Helium und 1898 Neon entdeckte, dem neuerdings noch das Krypton und Xenon folgte, führte seine neu entdeckten Gase vor und besprach ihre Eigenschaften. Neon wird aus verflüssigter Luft gewonnen, nachdem die Kohlensäure ausgezogen ist. Argon siedet bei -187° ; Xenon bei -30° ; Krypton bei -100° annähernd. 600000000 ccm gasförmige Luft geben 4 ccm Xenon oder 6 ccm, also ist 1 Teil Xenon in 100000000 ccm Luft. Nach dem Gewicht hat man 1 Teil Xenon in 25 000 000 Teilen Luft, während ein 1 Teil Gold in 15 000 000 Teilen Seewasser sich befindet. An Krypton enthält die Luft dreimal so viel als an Xenon. Die Dichten sind von Helium 1,98, von Neon 10,00 (?), von Argon 19,96 ganz genau, von Krypton 40,8, von Xenon 64,0.

Nach den Atomgewichten erhält man folgende Reihe, die die Stellung der neuen Elemente ersichtlich macht: Wasserstoff 1, Helium 4, Lithium 7, Eisen 19, Neon 20, Natrium 23, Chlor 35,5, Kalium 39, Argon 40, Brom 80, Krypton 81,6, Rubidium 85, Jod 127, Xenon 128, Caesium 133.

Das Funkenspektrum des Neon war rot, des Xenon blau, des Helium weißlich, des Argon rötlich und, wenn eine Verstärkungsflasche eingeschaltet wurde, blau.

Herr OSTWALD (Leipzig) hielt einen Experimentalvortrag über periodisch veränderliche Reaktionsgeschwindigkeiten. Vor zwei Jahren hatte Goldschmidt 5 kg Chrom hergestellt, indem er Aluminiumpulver auf Chromoxyd und Baryumsuperoxyd einwirken ließ. Der Vortragende brachte ein Stück dieses Chroms in Salzsäure; es zeigte sich keine Wirkung. Nun berührte er das Chrom mit einem Stück Cadmium, sofort bildeten sich Wasserstoffblasen. Ein zweites Stück Chrom wurde in die gleiche Schale gebracht, ohne daß die Salzsäure auf dasselbe einwirkte. Als aber das zweite Stück durch Berührung mit dem ersten Stück „infiziert“ worden war, entstand auch hier sofort die Reaktion. Setzt man Formaldehyd zu, so hört die Wirkung auf; beschleunigt wird sie durch Salpetersäure. Nun brachte der Vortragende ein Stückchen Chrom in ein Glasröhrchen, welches aufwärts geneigt in Salzsäure tauchte. Zuerst erblickte man eine Gasblase, dann kamen zwei, dann in derselben Zeit drei, dann immer in derselben Zeit 4; 5; 6; 7; 8; 7; 6; 5; 4; 3; 2; 1 u. s. w. Diese Erscheinung wirkte so überraschend auf die Zuhörer, daß plötzlich ein Beifallssturm losbrach. Der Vortragende hat durch einen Registrierapparat wochenlang die Periodizität dieser Wasserstoffentwicklung aufzeichnen lassen. Auffallend ist, daß der Versuch bei chemisch reinem Chrom, wie es jetzt von Goldschmidt hergestellt wird, nicht gelingt. Man ist daher ausschließlich auf die 5 kg angewiesen und versucht jetzt, das chemisch reine Chrom zu verunreinigen, um die Ursache der Periodizität zu ergründen.

Man hat als Beimengungen in den 5 kg sowohl Aluminium als auch Eisen etc. gefunden und diese Stoffe dem chemisch reinen Chrom beigemengt, ohne jedoch bisher das gleiche Resultat zu erhalten. In der Diskussion behauptete WIEN, diese Periodizität erkläre sich daraus, daß das erste Chrom aus Schichten verschiedener Metalle bestehe. Diese Ansicht wurde jedoch vom Vortragenden bestritten.

Zum Schlufs sprach Herr WULFF (Schwerin) über künstliche Krystallzucht.

Gemeinsame Sitzung der Abteilungen für Physik und angewandte Mathematik.

Besprechung über die experimentellen Grundlagen der Thermodynamik. 1. Herr WARBURG (Berlin) sprach über die Definition der Wärmeeinheit. Heißt man W. E. das, was 1 kg Wasser von 0° auf 1° erwärmt oder den 100. Teil dessen, was 1 kg Wasser von 0° auf 100° erwärmt oder das, was 1 kg Wasser von $14\frac{1}{2}^{\circ}$ auf $15\frac{1}{2}^{\circ}$ erwärmt, so begeht man im letzten Falle einen Fehler, welcher gegen den vorletzten höchstens $1,8\%$ beträgt. Man müßte aber alle Temperaturen mit Wasserstoffthermometern messen. Bunsen führte die mittlere spezifische Wärme des Wassers zwischen 0° und 100° ein. Diese ist vollständig bestimmt und ist unabhängig von irgend welchen Thermometern. Rowland fand 1879, daß die spezifische Wärme des Wassers von 0° bis 30° , gemessen mit dem Wasserstoffthermometer, abnimmt. Will man sich über eine Wärmeeinheit einigen, so ist es am angemessensten, die Arbeitseinheit (Erg) zu grunde zu legen. Die spezifische Wärme des Wassers bei 15° wäre dann $= 4189 \cdot 10^4$ Erg. Setzt man 10^7 Erg $= 1$ Joule (wie in der Elektrizitätslehre), so könnte man $4,2 \cdot 10^7$ Erg $= 4,2$ Joule als Einheit wählen. Dies wäre sehr nahe gleich der spezifischen Wärme des Wassers bei 10° . Als sekundäre Wärmeeinheit sollte eine der früheren Wärmeeinheiten eingeführt werden. 4,2 Joule könnte ein Rowland heißen. Als Normaltemperatur schlägt Redner $+ 15^{\circ}$ vor. Als Wärmeeinheit wäre zu definieren diejenige Wärmemenge, welche 1 g Wasser von $14\frac{1}{2}^{\circ}$ auf $15\frac{1}{2}^{\circ}$ bringt, nach dem Wasserstoffthermometer gemessen. Nach den Beobachtungen mehrerer Forscher hat man als spezifische Wärme des Wassers für die Temperatur 10° 1,0018, bei 15° 1, bei 20° 0,999. Als genauer absoluter Wert der Kalorie würde 4,189 Joule oder $4,189 \cdot 10^4$ Erg zu nehmen sein. In der Diskussion ist Kohlrausch mit dem Antrag Warburg einverstanden. Himstedt ist für die mittlere Kalorie.

2. Herr MOLLIER (Dresden) sprach über die Daten, welche die Eigenschaften der Gase und Dämpfe bestimmen, insbesondere spezifische Wärme, latente Wärme und Dichte. Bei der Dampfmaschine fragt der Ingenieur: „Welche Arbeit leistet die Maschine für 1 kg Dampf?“ Hierbei ist ausschlaggebend das Maß der Spannung, aber ohne Beimischung von Wasser. Außerdem muß man die Verluste berücksichtigen. Zur Berechnung des ideellen Maximums braucht man die physikalischen Daten; in erster Linie die Spannungsgleichung, die spezifische Wärme des Wassers und die Verdampfungswärme bis zu 200° . Nun sind die Versuche über die Zustandsgleichung ziemlich mangelhaft — es bestehen Differenzen bis zu 3% zwischen den Daten von Regnault und Battelli. In neuerer Zeit werden vielfach Maschinen mit überhitztem Dampf konstruiert. Bei diesen rechnet man im Sättigungszustand mit den Regnaultschen Formeln, im überhitzten Zustand jedoch nach den Formeln von Battelli. Man hält an den Regnaultschen Formeln fest, weil dieselben durch Zeuner leicht zugänglich gemacht sind. Es ist aber ein dringendes Bedürfnis, die Zustandsgleichung in der Nähe der Sättigung (350°) neu aufzustellen. — Bei den Kältemaschinen liegt die Sache ebenso mifflisch. Um den Wirkungsgrad einer Kältemaschine berechnen zu können, braucht man die Daten für Ammoniak; die spezifische Wärme wird mit Hilfe von Verdampfungswärme, Druck und Temperatur berechnet, aber das Resultat ist sicher unrichtig. Die Messungen an den Kältemaschinen sind viel genauer als die Unrichtigkeiten, die sich infolge der mangelhaften Formel ergeben. Etwas besser ist es bei Kohlensäure und schwefliger Säure, doch fehlt die spezifische Wärme der flüssigen schwefligen Säure. Am allerschlimmsten jedoch liegt die Sache bei den Gas- und Petroleummaschinen. Als Zustandsgleichung nimmt man hier das Mariottesche Gesetz an; ob dasselbe aber bei Temperaturen über 1000° und bei 80 Atmosphären noch richtig ist, muß sehr bezweifelt werden. Nach früheren Versuchen nimmt die spezifische Wärme sehr stark zu, bei 1000° um $12,5\%$ für die elementaren Gase, um 59% für Wasserdampf, um 76% für Kohlensäure. Nach neueren Versuchen besteht diese enorme Zunahme nicht. Etwa bis 1600° ist die Steigung constant, von da aber nimmt sie beträchtlich zu. Berechnen wir den Wirkungsgrad, wenn wir die spezifische Wärme constant, und wenn wir sie veränderlich annehmen, so ergibt sich ein Unterschied von 30% und darüber. Die Summe der Verluste eines Gasmotors könnten wir berechnen, wenn wir die spezifische Wärme der Gase wüßten. Man kann zwar messen, wieviel Wärme verloren geht, aber es stimmt bis auf 100% nicht. Es ist sehr unwahrscheinlich, daß die spezifische Wärme so rasch zunimmt, als angenommen wird. —

In der Diskussion wird darauf hingewiesen, daß die Technik selbst viel zur Bestimmung der noch unbekanntem Werte thun könne, da sie über die nötigen Mittel verfüge. Beide Vorträge sollen in extenso gedruckt werden, damit sie von den berufenen Kreisen gewürdigt werden können.

(Schluss folgt.)

Adami.

Verein zur Förderung des physikalischen Unterrichts zu Berlin.

Sitzung am 20. Februar 1899. Herr M. Koppe schilderte die Darstellung der Höhenunterschiede durch Bergstriche und durch Höhenlinien und legte eine Höhengschichtenkarte der Mägdelberge und Umgegend vor, die er mit Hilfe von Meßtischblättern angefertigt hatte. Herr Junack setzte die Herstellung seiner Alpen-Reliefkarten auseinander und besprach die möglichen Vervielfältigungsarten solcher Karten. — Herr R. Heyne regte die gemeinsame Beschaffung von Gebrauchsgegenständen an, von denen das einzelne Kabinett nur kleine Mengen bedarf. Er beschrieb den Anschluß des Falk-Realgymnasiums an die elektrische Centrale und erörterte die Einrichtung und Ausstattung des Schaltbrettes.

Sitzung am 13. März 1899. Herr Bork sprach über Seekarten in Mercatorprojektion und deren Verwendung zur Bestimmung der Lage und des Kurses der Schiffe. Zur Fahrt auf größten Kreisen gebraucht der Seemann Karten in orthotomischer Projektion, bei der sich jeder größte Kreis als Gerade projiziert, während bei der Mercatorprojektion jede Loxodrome als Gerade dargestellt wird. Beide Arten von Karten kann man von der Firma Ludolf zu Bremerhafen (das Blatt zu 2,50 M.) beziehen, auch werden außer Gebrauch gesetzte Seekarten vom Reichsmarineamt abgegeben. Herr Bork wies noch auf einige Werke hin, die bei der Benutzung der Seekarten im Unterricht von Nutzen sind: *Das nautische Jahrbuch; C. Gelcich, Kartenkunde; Schulz, Nautik; E. Knipping, Seeschiffahrt für Jedermann.* — Herr P. Spies hielt einen Experimentalvortrag über Wehnelts elektrolytischen Unterbrecher: vgl. d. Zeitschr. 12, 173 u. 189; 1899.

Sitzung am 24. April 1899. Herr Hartmann von der Firma Dr. Paul Meyer zu Rummelsburg-Berlin, Boxhagen 7—8, legte eine Reihe von Erzeugnissen seiner Fabrik vor, die für Schulen mit elektrischem Anschluß geeignet sind: Regulierwiderstand aus Draht, Glühlampenwiderstand, Ampère- und Voltmeter, Schalthebel, Kontaktplatten, Kurbelwippen, Voltmeterumschalter, Momentausschalter, Erdschlußanzeiger, Kurbelumschalter, Reihenschalter für Akkumulatoren, Pachytropen, Kabelschuhe, Klemmen, Muttern u. s. w.

Correspondenz.

Zu dem in Heft 5, S. 301—303 enthaltenen Bericht über die Abhandlung von F. PIETZKER, die Bildung der abgeleiteten physikalischen Begriffe, füge ich infolge einer Zuschrift des Herrn Verfassers das Folgende berichtend und ergänzend hinzu:

Zu S. 303, Z. 8. Daß der Herr Verfasser die Tragweite des Proportionalitätsbegriffs nicht überschätzt, ist aus nachstehender Stelle des Aufsatzes ersichtlich: „Diese [unter der Voraussetzung der Verhältnigleichheit vor sich gehende] Begriffsbildung ist . . . auch vielfach nur sehr äußerlicher Art, sie versagt darum auch bei den verwickelteren Vorgängen, wo die Voraussetzung, daß die Gesamtwirkung durch mechanische Zusammensetzung der Teilwirkungen erkannt werden kann, nicht mehr auch nur annähernd zutrifft.“

Zu S. 303, Z. 14. Statt „Proportionsbeziehungen“ sollte „Beziehungen von Verhältnissen“ stehen. Dies entspricht der von dem Herrn Verfasser selbst (Heft 4, S. 209) aufgestellten Forderung, daß der formelmäßige Ausdruck eines physikalischen Gesetzes den Charakter einer Gleichung zwischen Verhältnissen unter sich gleichartiger Größen tragen müsse. Hierbei kann dann allerdings ein jedes der in der Gleichung auftretenden Größenverhältnisse als eine Funktion der anderen mit ihm durch die Gleichung verbundenen Verhältnisse angesehen werden. Meiner Ansicht nach ist es jedoch einfacher und zutreffender, nicht die Größenverhältnisse, sondern die Größen selber in Funktionsbeziehung zu einander zu setzen.

P.

Auf die im Vorstehenden berührte Frage bezieht sich auch das folgende „Eingesandt“ des Herrn Prof. A. HÖFLER:

„Ein Buchstabe kann an sich nicht weniger gut eine „Größe“ (*quantum*), d. h. ein mit dem Merkmal „Größe“ (*quantitas*) behaftetes Ding, als eine Zahl (sei es reine Zahl oder Maßzahl) bedeuten. Dagegen giebt es natürlich weder ein Produkt zweier Buchstaben (wie z. B. Pietzker,

d. Ztschr. XII, 210, Z. 3 v. u., abkürzend sagt), noch ein Produkt zweier Strecken, noch ein Produkt oder einen Quotienten von was immer für zwei Dingen. Nicht nur $\frac{y}{y_1} = f\left(\frac{x}{x_1}\right)$ sondern auch $y = f(x)$ hat auch dann noch einen Sinn, wenn die Buchstaben y und x die Größen selbst bedeuten. Wenn z. B. eine Seifenblase an Radius und Volumen allmählich zunimmt, so besteht zwischen diesen räumlichen Größen selbst, nicht nur zwischen deren Maßzahlen, ein funktionelles Verhältnis; dies wird nachgebildet durch die Gleichung $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ (wo nun die Buchstaben V und r freilich nur Maßzahlen, also Verhältnisse bedeuten). Allgemeiner: Es giebt Funktionsbeziehungen zwischen Größen (im Sinne von *quantum*, wie *quantitas*), auch solange sie noch nicht gemessen sind. Ja es giebt solche Beziehungen auch, wenn die Größen nicht einmal meßbar sind; nur freilich ist dann auch die besondere Form der Funktion $f(x)$ für uns nicht erkennbar. Aber der erweiterte Weierstraßsche Funktionsbegriff gestattet ohne weiteres eine solche freilich sehr abstrakte und unanschauliche, d. h. hier: nicht durch besondere Operationen darstellbare Funktionsbeziehung zwischen was immer für Dingen, sofern sie nur das Merkmal der Größe, gleichviel ob meßbaren oder unmeßbaren, zahlenmäßig ausdrückbaren oder nicht ausdrückbaren, an sich tragen. —

Wenn ferner (*Nat. Bl.* 1899 S. 78) meiner Hoffnung, es werde wahrscheinlich den wenigsten je einfallen, die Symbole $cm^{3/2}gr^{-1}$ u. dergl. buchstäblich zu nehmen, Herr Pietzker „nicht Recht geben kann“, und keinen Geringeren als Maxwell eines solchen „Irrtums“ bezieht, so wäre das freilich eine dem Forscher kaum zuzutrauende „Absurdität“. Denn ein einzelnes, jeder Variabilität entrücktes Ding — und das sind ja die Etalons von Centimeter, Sekunde und Gramm, sowie ihre Kopien — potenzieren oder radizieren wollen, hat gewiß keinen Sinn. Das Quadratcentimeter ist nicht die zweite Potenz eines Centimeters; wohl aber kann man sagen, daß zwischen der Größe z. B. eines „wirklichen“ Quadrates und der Größe seiner Seite das funktionelle Verhältnis der zweiten Potenz besteht.“

A. Hüfner.

Himmelserscheinungen im Dezember 1899 und Januar 1900.

Die heliozentrischen und geozentrischen Örter gelten für den M. E. Z.-Mittag, ebenso die Zahlen für die Zeitgleichung, für den aufsteigenden Knoten und die mittlere Länge des Mondes. Die Daten für die Mondbewegung und die Zeiten der Constellationen sowie der bei uns zu beobachtenden Verfinsterungen der Jupitermonde, endlich die Algols-Minima, sind in M. E. Z. gegeben. Die Auf- und Untergänge der Sonne, des Mondes und der Planeten, letztere angenähert, gelten für die Ortszeiten des Berliner Parallelkreises. Um sie anderwärts benutzen zu können, hat man also nach der bekannten Formel für die Länge des Tagebogens eine Breiten-Verbesserung anzubringen; und wenn man die Zeiten in M. E. Z. haben will, muß auch noch die leicht erhaltliche Differenz M. E. Z. minus Ortszeit mit ihrem Zeichen addiert werden, für Berlin sowohl als auch für andere Orte.

Will man für die nicht in der Tafel berücksichtigten Tage die Örter, sowie die Auf- und Untergangszeiten der Sonne und der Planeten finden, so ist die Interpolation schnell mit hinreichender Genauigkeit ausgeführt. Beim Monde ist die Genauigkeit selbstredend weit geringer, doch wird der Geübte leicht die zweite Differenz berücksichtigen und somit der Wahrheit etwas näher kommen. In Fällen wie Dez. 6—11 (Aufgang), Januar 10—15 (Aufgang), Dez. 26—31 (Untergang), Jan. 25—30 (Untergang) liegen natürlich nicht 5, sondern nur 4 tägliche Mondkreisläufe zwischen den angegebenen Zeitpunkten. — Noch sei bemerkt, daß auch die Aufgangszeiten der Sonne für den astronomischen, nicht für den bürgerlichen Tag gelten.

Daten für die Mondbewegung (in mitteleuropäischer Zeit):

Dezember 2	13 ^h 48 ^m	Neumond	Januar 1	2 ^h 52 ^m	Neumond
6	19	Mond in Erdnähe	3	6	Mond in Erdnähe
9	10	3 Erstes Viertel	7	18 40	Erstes Viertel
16	14	31 Vollmond	15	8 8	Vollmond
22	12	Mond in Erdferne	19	6	Mond in Erdferne
24	16	57 Letztes Viertel	23	12 53	Letztes Viertel
			30	14 23	Neumond
			31	13	Mond in Erdnähe

Aufgang der Planeten.	Dez. 16	♀ 18 ^h 17 ^m	♂ 21.50	♂ 20.48	♂ 17.46	♂ 20.9
	Jan. 16	19. 22	21.27	20.13	16.17	18.22
Untergang der Planeten.	Dez. 16	2. 59	5.20	4.10	2.22	3.59
	Jan. 16	2. 50	6.57	4.9	0.37	2.10

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

Monatstag	Dezember							Januar							
	1	6	11	16	21	26	31	5	10	15	20	25	30		
Helio- centrische Längen.	45 ^o	76	107	135	160	181	200	216	231	245	256	272	287	☿	
	295	303	311	319	326	334	342	350	358	6	14	22	30	♀	
	69	74	79	84	89	94	100	105	110	115	120	125	130	♂	
	269	271	274	277	280	283	286	289	292	295	298	301	304	♂♂	
	232	233	233	233	234	234	234	235	235	236	236	236	237	♃	
266	266	266	266	266	266	266	266	267	267	267	267	267	267	♄	
Aufst.Knoten. Mittl. Länge.	261	261	260	260	260	259	259	259	259	258	258	258	258	☾	
	235	301	6	72	138	204	270	336	42	107	173	239	305	☾	
Geo- centrische Rekt- ascensionen.	226	300	7	76	140	196	261	338	44	112	170	229	303	☾	
	259	252	246	244	247	251	257	264	272	280	288	297	306	♀	
	268	275	282	289	295	302	308	315	321	327	333	339	345	♀	
	247	253	258	264	269	275	280	286	291	297	302	307	313	☉	
	260	264	268	272	276	281	285	289	293	297	301	305	309	☉	
233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	♃		
264	264	265	266	266	267	267	268	269	269	270	270	271	♄		
Geo- centrische Dekl- nationen.	-20	-17	+8	+23	+11	-12	-23	-4	+20	+19	-1	-21	-16	☾	
	-23	-21	-19	-18	-19	-20	-22	-23	-24	-24	-24	-23	-21	♀	
	-24	-25	-24	-24	-23	-22	-20	-19	-17	-15	-13	-10	-8	♀	
	-22	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-22	-21	-20	-19	-18	☉
	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-23	-23	-22	-21	-21	-21	-20	♃
-18	-18	-19	-19	-19	-19	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-21	♄	
-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	♄	
Aufgang.	19 ^h 52 ^m	19.58	20.4	20.8	20.12	20.13	20.14	20.12	20.10	20.6	20.0	19.54	19.47	☾	
	19 ^h 17 ^m	23.4	0.26	3.19	8.49	14.29	19.55	22.13	24.27	4.18	9.56	15.41	19.31	☾	
Untergang.	3 ^h 48 ^m	3.45	3.44	3.44	3.45	3.49	3.53	3.59	4.5	4.13	4.21	4.30	4.40	☉	
	2 ^h 31 ^m	7.50	14.39	20.19	22.33	24.0	2.49	9.43	16.16	19.59	21.27	23.37	4.19	☾	
Zeitglchg.	-10m51s	-8.50	-6.37	-4.14	-1.46	+0.43	+3.10	+5.30	+7.39	+9.33	+11.10	+12.29	+13.29	☉	

Constellationen. Dezember 1 11^h ♃ ☾; 2 Sonnenfinsternis, nur auf der südlichen Halbkugel sichtbar; 3 2^h ♀ ☾; 3 10^h ♂ ☾; 3 14^h ♄ ☾; 4 3^h ♀ ☾; 5 18^h ♀ untere ☾ ☉, wird Morgenstern; 6 1^h ♀ im Perihel; 6 13^h ♂ ☾ ♄; 10 14^h ♀ im Aphel; 16 Mondfinsternis, siehe unten; 17 6^h Neptun ♂ ☉; 17 18^h ♄ ☾; 21 14^h ☉ im Steinbockzeichen, Wintersonnenwende; 25 2^h ♀ in größter westl. Elongation von 22°; 29 7^h ♃ ☾; 30 12^h ♀ ☾; 31 5^h ♄ ☾. — Januar 1 10^h ♂ ☾; 1 19^h im Perihel; 3 5^h ♀ ☾; 7 14^h ♀ ☾; 15 18^h ♂ ☾; 19 1^h ♀ im Aphel; 26 2^h ♃ ☾; 27 21^h ♄ ☾; 30 4^h ♀ ☾; 30 11^h ♂ ☾.

Mondfinsternis 1899, Dezember 16. Erste Berührung des Mondes mit dem Halbschatten der Erde 11^h 33^m,7 M.E.Z.; erste mit dem Kernschatten 12^h 44^m,6; Mitte der Finsternis 14^h 25^m,9; letzte Berührung mit dem Kernschatten 16^h 7^m,2; mit dem Halbschatten 17^h 18^m,1. Zur Zeit der Mitte der Finsternis bleibt nur 0,005 des Monddurchmessers unbedeckt. Die Erscheinung ist also nahezu total, und man wird z. B. das Auftauchen und Wiederverschwinden der schwächeren Sterne und der benachbarten Milchstraßengebiete gut beobachten können.

Jupitermonde. Dezember: 13 18^h 52^m I E; 28 19^h 26^m II E. — Januar: 5 19^h 2^m I E; 15 18^h 21^m III A; 21 17^h 18^m I E; 28 19^h 12^m I E; 29 18^h 53^m II E. — E = Eintritt; A = Austritt.

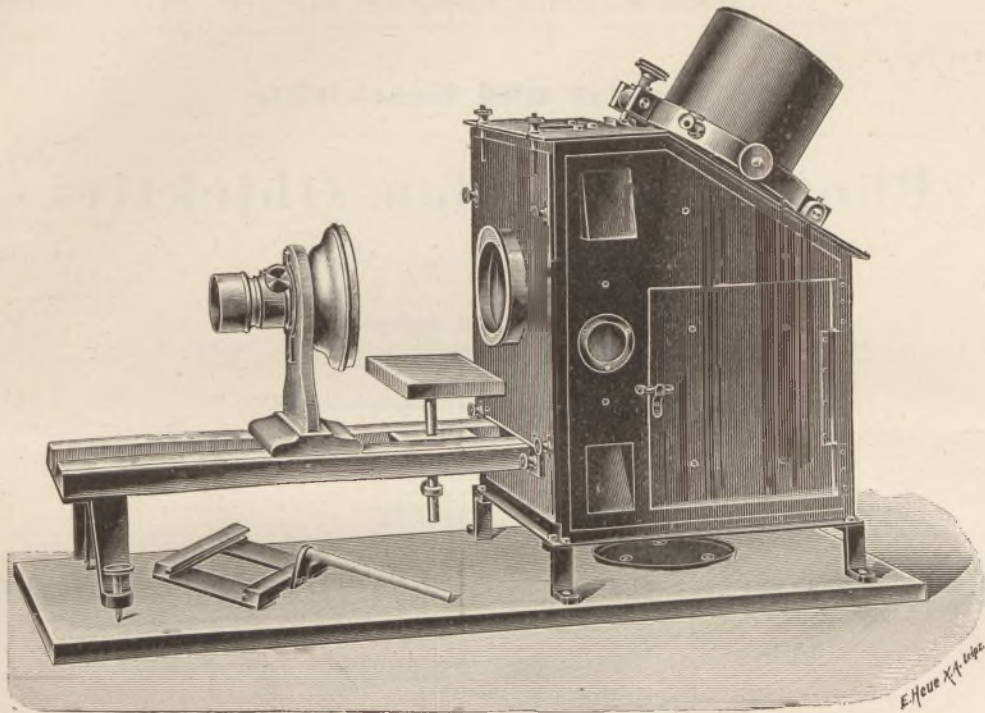
Veränderliche Sterne. Von *Mira Ceti* ist das abnehmende Licht zu verfolgen. β und *R Lyrae* lassen sich zu Anfang Januar abends und morgens beobachten. Betreffs der übrigen Sterne vergleiche die früheren Angaben mit Rücksicht auf die Acceleration. In den ersten Januartagen verschwindet η *Aquilae* in der Morgendämmerung. Algols-Minima treten ein Dez. 6 17^h; 9 14^h; 12 11^h; 15 8^h; 18 4^h. — Jan. 1 12^h; 4 9^h; 7 6^h; 21 14^h; 24 11^h; 27 8^h; 30 5^h.

Meteore und Zodiakallicht. Das schwache Januar-Maximum der Sternschnuppen läßt sich des Neumondes wegen gut beobachten; das Zodiakallicht von den letzten Dezembertagen an im Westen an allen mondfreien Abenden.

J. Pfafsmann, Münster.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagshandlung gestattet.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.



Dr. Stöhrer & Sohn in Leipzig.

Neuer Specialcatalog:

Projection physikalischer Experimente,

[985]

wird auf Verlangen kostenlos gesendet.

Ein techn. Mitarbeiter,

der die Berechnung von photographischen und mikro-
 photographischen Objectiven selbständig eventuell auch
 die Neuconstruction von physikalischen Instrumenten
 durchführen kann, wird gesucht. Gefl. Offerte unter
 W. P. 3146 an Rudolf Mosse, Wien. [951]

Zu kaufen gesucht werden die

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

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

Neue Reduktion

der von

Wilhelm Olbers

im Zeitraum von 1795 bis 1831 auf seiner Sternwarte in Bremen angestellten Beobachtungen
 von Kometen und kleinen Planeten.

Nach den Original-Manuskripten berechnet

von

Wilhelm Schur und Albert Stichtenoth.

(Ergänzungsband zu „Olbers Leben und Werke“.)

10 Bogen gr. 8°. Mit einem Titelbilde und in den Text gedruckten Figuren.

Preis M. 4,—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

Soeben erschienen:

Theorie und Geschichte
des
Photographischen Objektivs.

Nach Quellen bearbeitet
von

Moritz von Rohr,

Dr. phil., wissenschaftlichem Mitarbeiter der optischen Werkstätte von Carl Zeiss in Jena.

Mit 148 Textfiguren und 4 lithographirten Tafeln.

Preis M. 12,—.

Handbuch
der
Astronomischen Instrumentenkunde.

Eine Beschreibung
der

bei astronomischen Beobachtungen benutzten Instrumente

sowie

Erläuterung der ihrem Bau, ihrer Anwendung und Aufstellung zu Grunde liegenden Principien.

Von

Dr. L. Ambronn,

Professor an der Universität und Observator an der königl. Sternwarte in Göttingen.

Zwei Bände.

Mit 1185 in den Text gedruckten Figuren.

In 2 Leinwandbände gebunden Preis M. 60,—.

Die Verunreinigung der Gewässer

deren schädliche Folgen

sowie die

Reinigung von Trink- und Schmutzwasser.

Mit dem Ehrenpreis Sr. Majestät des Königs Albert von Sachsen gekrönte Arbeit
von

Dr. J. König,

Geh. Regierungsrath, o. Prof. an der Königl. Akademie
und Vorsteher der agrikulturchemischen Versuchsstation in Münster i. W.

Zweite, vollständig umgearbeitete und vermehrte Auflage.

Zwei Bände.

Mit 156 Textfiguren und 7 lithographirten Tafeln.

Preis M. 26,—; in zwei Leinwandbände gebunden M. 28,40.

Ausführliche Prospekte stehen zu Diensten.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.
