

Zeitschrift für den Physikalischen und Chemischen Unterricht.

VIII. Jahrgang.

Zweites Heft.

Dezember 1894.

Zur Lehrmittelfrage.¹⁾

Von

Professor B. Schwalbe,

Direktor des Dorotheenstädtischen Realgymnasiums in Berlin.

1. Als im Laufe der sechziger Jahre der Unterricht in den Realien anfangs aufs neue emporzublühen, musste auch die Frage der Unterrichtsmittel und ihrer Beschaffung unmittelbar wieder zur Erörterung kommen; denn ohne einen geeigneten Lehrapparat und ohne Anschauungsmittel wird sich der gesamte naturwissenschaftliche Unterricht und die Berücksichtigung der Realien überhaupt nicht erfolgreich durchführen lassen. Wenn in dem Unterricht in den klassischen Sprachen die Einführung in die Kenntnis des Lebens und Schaffens der antiken Welt verlangt wird, so müssen die Darstellungen der vorzüglichsten Bauwerke, die Abbildungen der Schauplätze, auf denen sich die Ereignisse zutragen, Darstellungen der Waffen, Bekleidung, Hauseinrichtungen in irgend einer Form vorhanden sein; es wird sonst das lebendigste Wort, der anregendste Vortrag immer eines der Momente, das dem Schüler am meisten zur Einprägung verhilft, der direkten Anschauung, entbehren müssen.

In den Naturwissenschaften sind die Lehrmittel ein noch viel notwendigeres Bedürfnis. Hier soll der Schüler lernen, Gesehenes richtig aufzufassen, aus demselben zu schliessen, und dann Gesetze zu finden; er soll am Realen, auf Grund des selbst Wahrgenommenen und Beobachteten, denken lernen. — Es wird daher die Herrichtung der Unterrichtsmittel nicht blos in der Reproduzierung eines beliebigen Apparates bestehen dürfen, sondern der Apparat muss derartig konstruiert sein, dass das Hauptsächlichste hervortritt und alle Teile wahrnehmbar sind; er muss die grösstmögliche Einfachheit mit der grösstmöglichen Zweckmässigkeit verbinden. Es werden also hier, wie bei den Zeichnungen und Modellen für den naturwissenschaftlichen Unterricht, noch andere Forderungen zu erfüllen sein als bei den Zeichnungen für die Anschauung; bei diesen werden Naturtreue, geeignete Grösse und Gruppierung der Gegenstände und Ähnliches viel leichter erreicht als jene idealen Anforderungen, die natürlich nebenher auch die sonstigen in sich schliessen.

Wie beschränkt die meisten Lehranstalten in den Unterrichtsmitteln in den

¹⁾ In Heft 5 des VII. Bandes dieser Zeitschrift hat Herr K. NOACK in der Abhandlung „Beiträge zur Lehrmittelfrage“ (S. 217–225) eine Reihe von Vorschlägen und Bemerkungen veröffentlicht, welche auch von anderer Seite schon vor längerer Zeit begründet und angeregt waren, wie denn überhaupt die Übelstände, die auf dem Gebiete der Lehrmittelbeschaffung vorhanden sind, schon mannigfach (wie bei den Universitätslehrern und Behörden) Beachtung gefunden haben. Vielleicht gelingt es den aus den Schulkreisen hervorgehenden Wünschen eine Beteiligung der Schulbehörden selbst bei der Lösung der Frage herbeizuführen. Die hier gegebene Abhandlung ist aus einer Reihe von Vorträgen, die der Verfasser in verschiedenen Versammlungen, ehe die Noack'sche Abhandlung erschienen war, gehalten hat, hervorgegangen.

Jahren 1840—60 waren, dessen weiss sich die ältere Generation noch sehr gut zu erinnern; hatten doch viele Gymnasien kaum irgend eine Lehrmittelsammlung, von den Verhältnissen bei Volks- und Mittelschulen zu geschweigen. Als die neuen Pläne erschienen, die den Unterricht in den Realien mehr betonten, war es natürlich, dass auch der vorliegenden Frage eingehendere Beachtung geschenkt wurde. Die Produktion an Lehrmitteln hatte mehr und mehr zugenommen, eine Fülle der besten Anschauungsobjekte war geschaffen, eine Mannigfaltigkeit des Materials auf allen Gebieten stand zu Gebote, eine Überproduktion in allen Zweigen der Lehrmittelherstellung hatte sich entwickelt, so dass hieraus wiederum für die richtige Verwertung und Beschaffung des Unterrichtsmaterials eine neue Schwierigkeit entstand, die Übelstände herbeiführte, fast so gross wie der frühere Mangel an geeignetem Material. Verschiedene Vorschläge, diese Beschaffungen zweckmässig zu gestalten, eine Möglichkeit, die Unterrichtsmittel selbst vor der Beschaffung kennen zu lernen, wurde gefordert: das Bedürfnis nach Schulmuseen wurde dringender, da man demselben bis jetzt nur in geringem Umfange entgegengekommen war; die Frage erhielt eine neue Anregung durch die Unterrichtsausstellung in Chicago, welche seitens des Königl. Ministeriums gelegentlich der Weltausstellung 1893 veranstaltet wurde. Da war Veranlassung das ganze Gebiet zu überblicken, ungefähr zu sehen, was geleistet war an Unterrichtsmitteln, Unterrichtseinrichtungen und Organisation des Unterrichts, und es wurde in den weitesten Kreisen der Wunsch laut, eine entsprechende Ausstellung in Deutschland selbst vorgeführt zu sehen, die einen Einblick in das gesamte Bildungswesen der Nation gestatten würde.

Wenn es die Pflicht eines jeden Fachlehrers ist, sich mit den besten Unterrichtsmitteln für den Gegenstand, den er vertritt, bekannt zu machen, so muss andererseits ihm Gelegenheit gegeben werden, dies in zweckmässiger Weise erreichen zu können. Da die Verhältnisse auf den einzelnen Gebieten ähnlich liegen, so wird die Darlegung der Frage mit specieller Berücksichtigung eines Gebietes auch für diejenigen, welche dies nicht direkt betreiben, als Vergleichsmaterial dienen können. Seit einer langen Reihe von Jahren habe ich mich mit den Lehrmitteln für den chemischen und physikalischen Unterricht beschäftigt, indem zugleich für mich Veranlassung vorlag, auch die Unterrichtsmittel in den übrigen Naturwissenschaften eingehender und, in der Stellung des Leiters einer Anstalt, ebenso die der übrigen Unterrichtsfächer wie Zeichnen, Altertumskunde, Geschichte u. s. w. zu berücksichtigen. — Bei der vorliegenden Frage sind die Unterrichtsmittel für die Hochschulen vollständig auszuscheiden, ebenso auch die für besondere technische Anstalten und nur die für Volks- und Mittelschulen bestimmten können mit Berücksichtigung finden. Gewisse Lehrmittel sind allerdings vorhanden, die auf allen drei Stufen zur Verwendung und Vorführung kommen müssen (z. B. Luftpumpe, Barometer etc.); aber der Zusammenhang zwischen den drei Kategorien von Lehranstalten ist, was in den äusseren Verhältnissen bedingt sein mag, augenblicklich noch ein sehr geringer, da zwischen den Hochschulen und den übrigen Anstalten so gut wie gar keine Verbindung vorhanden ist, während die Mittelschulen, die Gymnasien, Realgymnasien und Ober-Realschulen und die entsprechenden sechsklassigen Anstalten, also auch die höheren Bürgerschulen, mit der Volksschule schon vielfach Fühlung genommen haben.²⁾ Ausgeschlossen sollen auch die Lern-

²⁾ Dass es für die Schulen notwendig ist, auch in nähere Beziehung zu den Hochschulen zu treten, und dass sich beide gegenseitig zu unterstützen haben, soll anderweitig erörtert werden.

mittel bleiben, d. h. die Materialien, die der Schüler zur Aneignung des Stoffes braucht, wenngleich dieselben sich nicht vollständig scharf von den Lehrmitteln scheiden lassen, wie dies bei den Unterrichtsbüchern der Fall ist. Die Lehrbuchfrage ist freilich grade bei der durch die neuen Lehrpläne hervorgerufenen, fast fabrikmässig emporblühenden Fertigstellung von neuen Lehr- und Handbüchern, Leitfäden, Lehrgängen und Umarbeitungen älterer Bücher eine solche, die wohl einer eingehenden Erörterung bedürfte, um so mehr, als noch nicht einmal eine Einigung über wichtige allgemeine Gesichtspunkte erzielt ist, wie z. B., ob es zweckmässig ist, bei neunklassigen Anstalten ein besonderes Lehrbuch für Unter-Secunda einzuführen und ob dies dieselben Bücher sein können wie die für sechsklassige Anstalten oder nicht, und sie sich vielmehr dem grösseren Lehrbuche der oberen Klassenstufen organisch anzuschliessen haben; auch ist man über den Stoffumfang für die Abschlussstufe sehr verschiedener Meinung: herrscht doch in einigen Lehrbüchern für Unter-Secunda eine Stofffülle, eine Zusammenhäufung von Material, das für die betreffende Klassenstufe viel zu schwierig ist, wenn Verständnis herbeigeführt werden soll, so dass man wohl zu dem Zweifel berechtigt ist, ob über den Zweck des für die Schüler bestimmten Lehrbuchs überhaupt Klarheit vorhanden ist.

Dass die Wichtigkeit der Lehrmittelfrage besonders für den physikalischen und chemischen Unterricht anerkannt ist, zeigen verschiedene Veröffentlichungen in dieser Zeitschrift, und ihrer Bestimmung gemäss, sollen denn auch aus diesem Grunde hauptsächlich nur die chemischen und physikalischen Lehrmittel in Betracht gezogen werden.

Interessant wäre es, auf die historische Entwicklung der Lehrmittelfrage einzugehen: es liesse sich zeigen, wie sich allmählich, ähnlich wie beim Universitätsunterrichte, eine Steigerung des Bedürfnisses nach fertigen Apparaten herausgebildet hat. Während in früheren Zeiten die Schulen und Universitäten vielfach auf die Apparate angewiesen waren, welche die Lehrenden selbst her- oder zusammenstellten, sind jetzt die Erwerbungen fertiger Apparate an die Stelle getreten; es sind Schulkabinette vorhanden, die den Universitätsammlungen im Anfang der sechziger Jahre überlegen sind. Auch erklärt sich daraus, dass an manchen Schulen, an denen die Lehrer die erforderliche Vorbildung im Experimentieren nicht hatten und Apparate nicht herstellen konnten, noch in den fünfziger Jahren Lehrbücher im Physikunterricht vorgelesen wurden oder der Physikunterricht ausschliesslich dem Rechnen diente; kam es doch Anfang der sechziger Jahre noch vor, dass selbst in der Chemie nicht ein Experiment angestellt wurde! Grosses Interesse würde es auch darbieten, einen Vergleich der früheren und jetzigen Unterrichtsmittel anzustellen und solche Apparate neben einander vorzuführen, die zu verschiedenen Zeiten demselben Zwecke dienten. An vielen Anstalten sind noch Elektrisiermaschinen, Luftpumpen, Hebelapparate aus der Mitte dieses Jahrhunderts vorhanden, sie werden bei Seite gesetzt und verkommen; wie manche zweckmässige Einrichtung, wie manche Andeutung für Anstellung von Experimenten könnte denselben nicht entnommen werden, wenn dieselben gesammelt, zusammengestellt und zugänglich gemacht würden! Für spätere Zeiten ist eine solche historische Sammlung von dem grössten Nutzen, aber nur zu ermöglichen, wenn jetzt schon damit begonnen wird.

Auch die Mittel und Wege, durch welche in anderen Ländern die Lehrmittel beschafft werden, könnten manche vielleicht zu berücksichtigende Gesichtspunkte ergeben. In einigen ist die staatliche Behörde in dieser Beziehung allein

massgebend, die Lehrmittel werden vorgeschrieben, die Neubeschaffung, die Benutzung sind behördlich geregelt, die einzelne Anstalt hat keine Freiheit und Individualität, überall Gleichmässigkeit! Anderweitig werden die Unterrichtsmittel direct durch die Communalbehörde (wie bei den Gemeindeschulen) oder durch besondere Stiftungen und Institute, durch welche die Lehranstalten erhalten werden oder aus denen sie hervorgegangen sind, beschafft. Diese Einrichtungen näher zu erörtern, würde den zur Verfügung stehenden Raum weit überschreiten.

Deshalb können auch die Verhältnisse, die im allgemeinen bei der Beschaffung der Lehrmittel für unsere Mittelschulen die allein bindenden sind, die Etats, einer näheren Besprechung nicht unterzogen werden. Dass hierin nach der Grösse der Anstalt resp. nach den Mitteln, welche eine Stadt überhaupt aufzubringen vermag, bedeutende Unterschiede bestehen müssen, ist an und für sich klar, aber bei vielen Anstalten sind die Mittel so unzureichend bemessen, dass eine gedeihliche Entwicklung und Förderung des Unterrichts, soweit derselbe hiervon abhängt, nicht möglich ist, während andererseits Anstalten, namentlich städtischen Patronats, so reiche Sammlungen besitzen und so weitgehend ausgestattet sind, dass der Apparat weit über das Schulbedürfnis hinausgeht. Die in den Etats vorhandenen Verschiedenheiten sind vielmehr durch äusserliche Gründe als durch die Sache selbst bedingt. So hat man in Berlin, wenn sechsklassige Anstalten gegründet wurden, ihnen für Unterrichtsmittel denselben Etat wie neunklassigen Anstalten gegeben, bei denen noch dazu besondere Aufwendungen für praktische Arbeiten in Laboratorien, bei einer weit grösseren Stundenzahl für den Gegenstand selbst, vorhanden sind. Die Folge muss sein, dass sich dort die Lehrmittelsammlungen sehr reich entwickeln, während an den anderen Anstalten die Entwicklung nicht mit der Zeit Schritt halten kann. So ist in Berlin für die sechsklassigen Realschulen für den Physikunterricht (400 Mark), Zeichnen (150), Gesang (100), dieselbe Summe angesetzt, wie für die neunklassigen Anstalten (incl. der Luisenstädtischen Ober-Realschule) und für Chemie 200 Mark, also nur 100 Mark weniger als am Realgymnasium und an der Ober-Realschule, obgleich dort gar keine Schüler im chemischen Laboratorium arbeiten und der chemische Unterricht nur ein Jahr mit zwei Stunden durchgeführt wird, während an der neunklassigen Anstalt oft 20—40 Schüler an den wöchentlichen praktischen Übungen teilnehmen und der chemische Unterricht ein halbes Jahr auf der Unterstufe und dann in zwei Stunden wöchentlich, abgesehen von den Laboratoriumsarbeiten in O II, U I und O I erteilt wird. Dazu kommt noch, dass vielfach auf die individuelle Entwicklung der Anstalten gar keine Rücksicht genommen ist. Bei manchen Anstalten sind für die Verbrauchsgegenstände besondere Summen angesetzt, bei manchen sind die Etats für die einzelnen Zweige gegen einander gar nicht spezificiert, so dass willkürlicher Überverbrauch für einen Zweck stattfinden kann. Welche Übelstände bei diesen Verhältnissen vorhanden sind, das ist in den Kreisen der Fachlehrer hinlänglich bekannt. Was erforderlich wäre, ist zunächst die Festsetzung einer Minimalsumme für jeden Unterrichtsgegenstand und jede Kategorie von Anstalten — in Beziehung zu der Grösse der betreffenden Stadt; der Staat sollte keine Schule anerkennen, bei der nicht ein solcher Minimaletat erfüllt wäre. Die Summen, um die es sich handelt, sind so unbedeutend, die Förderung, die durch diese Regelung eintreten würde, ist so gross, dass solche Festsetzungen, die sowohl für die laufenden Etats wie für die Ersteinrichtung der Sammlungen zu machen wären, nur Billigung finden würden.

Abgesehen von dieser durch den Etat gezogenen Schranke herrscht nun bei unseren Mittelschulen in betreff der Lehrmittel die unumschränkste und ungebundenste Freiheit, die an Willkür grenzt. Nur durch die Stellung des Leiters zu der Beschaffung der Lehrmittel kann dieselbe beschränkt werden, eine Beschränkung, die oft mehr nachtheilig als förderlich gewesen ist, namentlich wenn die Leiter der Anstalt nicht festhalten, dass jeder Unterrichtsgegenstand eine gewisse Summe gebraucht, und die Verteilung der Summe nach subjektivem Ermessen oder eigener Neigung festsetzen. Es müsste eigentlich der Dirigent so weit mit den einzelnen Unterrichtsmitteln vertraut sein, um beurteilen zu können, ob die Anschaffung der Lehrmittel für den Unterricht zweckmässig und notwendig ist oder nicht. Sind doch die Klagen immer noch nicht verstummt, dass die für naturwissenschaftliche Lehrmittel bestimmten Summen zum Teil für die Bibliothek verwandt werden und dass einzelne Zweige der Naturwissenschaften bei den Beschaffungen so gut wie keine Berücksichtigung finden!

Man wird bei der ganzen Frage nicht von den Verhältnissen grosser Städte, namentlich nicht von Berlin ausgehen dürfen, wo es, wenn auch in umständlicher Weise, oft möglich ist, sowohl durch eigene Anschauung, als durch persönlichen Verkehr sich Garantien für Erlangung möglichst guter Lehrmittel zu verschaffen; sind doch in dieser Beziehung die Lehrer in den kleinen Städten in viel ungünstigerer Lage! Überall sollte darauf Rücksicht genommen werden, dass die Beschaffung der Lehrmittel Zeit erfordert und eine Mühewaltung in sich schliesst, die, wenn man bedenkt, dass auch die Instandhaltung der Sammlungen mit dahin gehört, anderen bei anderen Fächern so oft hervorgehobenen Forderungen ausserhalb der Unterrichtsstunden gegenüber mindestens äquivalent ist, namentlich wenn man dazu noch die so wichtigen unumgänglich nötigen praktischen Vorbereitungen für den naturwissenschaftlichen Unterricht rechnet. Aber hier spielt der eine Faktor, die Individualität eine ebenso grosse Rolle wie auch im Unterricht selbst. Die Bequemlichkeit, die bei einem anstrengenden Berufe leicht da hervortritt, wo nicht die unmittelbare Pflichtforderung kontrollierbar zu Tage liegt und der Umstand, dass mancher früher nicht imstande war, sich mit den Schulmitteln zu befassen und sich nun schwer in die Sache hineinfindet, veranlassen viele, die Beschaffung dem Zufall zu überlassen.

2. Die Wege, durch welche heut zu Tage die Lehrmittel beschafft werden können, sind im wesentlichen die folgenden:

Eine Anzahl von Geschäften hat es sich zur Aufgabe gestellt, Lehrmittel jeglicher Art zu vertreiben und zugänglich zu machen. Diese Lehrmittelhandlungen (vgl. Anhang) geben mehr oder weniger ausführliche Kataloge (oft mit schematischen Abbildungen) heraus, die zugeschickt oder käuflich erworben werden können. Die Kataloge enthalten meist keine specielleren Angaben über die Beschaffenheit und Zweckmässigkeit der Lehrmittel. Der einzelne Lehrer sucht also, wenn er sich an die Handlung wendet, die Apparate oder Gegenstände heraus, welche er gerade gebraucht, wesentlich mit Rücksicht auf den Preis, den er anwenden kann, oder auf Grund anderweitiger Empfehlung. Einzelne nehmen auch gelegentliche Reisen nach Berlin oder Ausstellungen bei Versammlungen wahr, um sich über neuere Unterrichtsmittel zu orientieren oder Bestellungen von Apparaten nach Besichtigung derselben bei einzelnen Firmen zu machen. Vielleicht könnten die Feriencurse in der Weise mit nutzbar gemacht werden, dass

die Teilnehmer, nachdem sie sich über die Beschaffenheit des Lehrapparats an ihrer Anstalt unterrichtet haben, unternehmen, die für das betreffende Jahr erforderlichen Ergänzungen zu beschaffen oder auch schon früher besonders gewünschte Apparate zu besichtigen und der Anstalt zur Anschaffung zu empfehlen, wenn sie nicht selbst zur Beschaffung ermächtigt sind. In ähnlicher Weise verfährt man auch bei den Lehrmitteln auf den anderen Gebieten.

Vielfach werden nun die Apparate nicht direkt zu Schulzwecken angefertigt und sind daher für den Schulgebrauch d. h. zur unmittelbaren Demonstration wenig brauchbar. Ein Schulapparat soll, wie hervorgehoben, andere Zwecke erfüllen als ein für wissenschaftliche Versuche bestimmter, als ein Universitätsapparat; er muss einfach und leicht zu übersehen sein, muss womöglich in allen seinen Teilen controllierbar, gut gearbeitet und dabei billig, zweckmässig und einfach, sein, wobei es selbstverständlich ist, dass er auch gut funktionieren muss. Wie unzulänglich sind z. B. die käuflichen Barometer für den Schulgebrauch; da sind Barometer, wo nur der obere Teil der Skala, oft noch nach Pariser Zoll, ausgeführt ist, wo die Einrichtung des Gefässes sich nicht zeigen lässt, Heberbarometer, wo die Skala ebenfalls nur stellenweise ausgeführt ist, mit solcher Einrichtung, dass eine künstliche Vermehrung oder Verminderung des Druckes sich nicht anbringen lässt; viele Beispiele liessen sich noch anführen, wo kleine Umänderungen an den gewöhnlichen Apparaten für den Unterricht wesentlichen Vorteil bringen würden. Auch hier fehlt die Möglichkeit des Vergleichs; zwar sind in denselben Handlungen, die mit Werkstätten verbunden sind, und nur solche sind hier gemeint, dieselben Apparate in verschiedener Grösse und Ausstattung vorhanden und gestatten eine beschränkte Auswahl, aber andere Konstruktionen, Apparate anderer Mechaniker sind damit nicht vergleichbar. — Wie viel Mittel wären gespart, wenn bei der Einführung der Dynamomaschine in den Unterricht verschiedene Modelle den einzelnen Fachlehrern gleichzeitig zugänglich gewesen wären!

Die Beschaffung von Präzisionsinstrumenten, wie sie die wissenschaftliche Forschung verlangt, gehört nicht in die Schule, und die Schulsammlung als solche hat für dieselben nicht Sorge zu tragen, wogegen freilich Apparate vorhanden sein müssen, an denen Methoden von Messungen demonstriert werden können, denn von der Schwierigkeit und der Genauigkeit der Maassbestimmungen müssen die Schüler eine Vorstellung erhalten.

In vielen Fällen hat dieser Weg der Beschaffung auch noch den Übelstand, dass er zur Beschaffung von Apparaten führt, die nicht unbedingt erforderlich sind. Um die Spannkraftgesetze auseinanderzusetzen, werden die einfachen DALTONSchen Versuche resp. die barometrischen Methoden direkt durch den Lehrer vorzuführen sein, für die er das Erforderliche jedesmal bei diesem Abschnitte vorzubereiten hat, notwendig ist der fertige und vollständige Apparat, der ziemlich kostspielig ist, nicht. Wohl aber sind diese Apparate sehr willkommen bei den Repetitionen oder bei anderen Teilen der Physik, in denen auf die Spannkraftbeziehungen rekurriert werden muss, denn da kann der Lehrer die Versuchsreihe nicht wieder vorbereiten und gerade für diese Zwecke ist dann eine weitergehende Sammlung besonders erwünscht, während auch die fertigen complicierteren Apparate bei der ersten Klarlegung der Gesetze immer durch einfache Darlegungsversuche begründet werden müssen. Beiläufig mag hier auch erwähnt werden, dass da, wo praktische Schüler-Übungen in naturwissenschaft-

lichen Disciplinen namentlich in der Physik eingeführt sind, es zweckmässig ist, für diese eine besondere Sammlung zu besitzen.

Wie wenig die Kataloge verschiedener Art zur Beschaffung zweckmässiger Lehrmittel unmittelbar führen, dafür nur von vielen Beispielen eins. Es ist bei grossen Anstalten gewiss zweckmässig, eine Reihe von Elektrisiermaschinen zu beschaffen und so ist auch vielfach die WIMSHURST-Elektrisiermaschine (Lisser's parva) beschafft worden. Dasselbe ist aber auch für Schulen geschehen, die diese Maschine als einzige benutzen wollten. Wenn man selbst davon absieht, dass das gute Funktionieren oft von nicht bestimmbareren Faktoren abhängt, so ist die Erklärung der Maschine eine so schwierige, dass diese Elektrisiermaschine für Realschulen und Volksschulen durchaus unzweckmässig ist; denn das wird man vor allem bei Verwendung der Apparate festhalten müssen, dass in der Schule möglichst nur solche Apparate zur Verwendung kommen, deren Funktionierung vollständig sicher und verständlich ist, und zu deren Verständnis die ausreichenden Grundlagen gegeben werden können. Die Auffassung von 14- oder 16jährigen Schülern ist aber nicht eine derartige, dass man ihr dasselbe zumuthen kann, wie dem gereiften Alter.

Viel leichter als auf dem Gebiete der Physik und Chemie ist die Beschaffung der Unterrichtsmittel auf diesem Wege in der Zoologie. Hier giebt es eine Reihe von Firmen, die eine so umfassende Auswahl von Objekten darbieten, dass man leicht das Geeignete herausfinden kann; noch einfacher ist die Sache auf dem Gebiete der Mineralogie, wo eine Reihe von Handlungen sowohl im Einzelverkauf wie in der Zusammenstellung der Sammlungen es den Schulen jeder Kategorie leicht ermöglicht, sich billig mit dem Anschauungsmaterial zu versehen. Schwierigkeiten, dasselbe zu beschaffen, macht es nur, wenn die Methode beim Unterricht verfolgt wird, wie in der Botanik, dass jeder Schüler das Naturobjekt, welches er beobachten und an dessen Betrachtung er Schlüsse ziehen soll, selbst erhält. Die Wege, welche sich da für Zoologie und Mineralogie gehen liessen, können hier, wo nur die Frage im Allgemeinen besprochen wird, nicht näher erörtert werden; wahrscheinlich ist, dass, wenn diese Methode allgemein eingebürgert würde, auch die Naturalienhandlungen Objekte derselben Art und von zweckmässiger Beschaffenheit für geringen Preis beschaffen werden. Es würde dann die Sache eine Etatsfrage der einzelnen Anstalt werden. (Man vgl. in betreff der Mineralogie: OTTO OHMANN, II. *Ein Plan zur Beschaffung von Mineralien, Programm des Humboldts-Gymnasiums 1894, Pr. No. 57, wissenschaftliche Beilage.*) Auch haben viele Lehrer schon aus eigenem Antriebe solche Sammlungen für ihre Schulen angelegt (Serien derselben Insektenspecies u. s. w.).

Ganz besonders wünschenswert und notwendig wäre es aber auch auf diesem Gebiet, wenn für die Möglichkeit, die einzelnen Tafeln und Modelle, Zeichnungen und Abbildungen zu vergleichen, durch besondere Veranstaltungen gesorgt würde. Auf diesem Gebiete herrscht namentlich für die Zoologie und Botanik fast eine Überproduktion; viel leichter erkennt man die Mängel und Vorzüge, wenn Serien verschiedener Tafel-Sammlungen mit einander verglichen werden! Wie selten kommt es verhältnismässig vor, dass klar auf der Hand liegende Mängel (z. B. Fehlen der Grössenangabe, unrichtige Stellung u. s. w.) vermieden sind; man kauft die betreffenden Tafeln, die von der einzelnen Handlung empfohlen werden, weil sie brauchbar und verwendbar sind und sieht über die Mängel fort. Nun ist der Absatz auf diesem Gebiete ein nicht bedeutender, die Herstellungskosten sind verhältnis-

mässig grosse, und so kommt es, dass oft ziemlich veraltete Abbildungen, bisweilen sogar mit Fehlern, sich lange im Gebrauch halten und dass solche Abbildungen mit ihren Fehlern sich in Lehrbüchern wiederfinden; es mag hier aus dem physikalischen Gebiete nur auf Abbildungen von Telegraphenanlagen mit zwei Stationen hingewiesen sein. Auch auf diesem Gebiete giebt es Buchhandlungen, welche den Vertrieb concentrirt haben, wodurch wenigstens eine kleine Erleichterung geschaffen wird.

Mit diesem Wege hängt auf das engste der folgende zusammen, der der Einzelbeschaffung, der sich nach zwei Richtungen hin ausgebildet hat. Einmal schicken einzelne Firmen, die eine grössere Anzahl von Sachen im Betrieb haben, ihre Vertreter zu den einzelnen Anstalten (namentlich auf dem Gebiete der beschreibenden Naturwissenschaften) und lassen besonders gute oder auch ganz neue Präparate vorlegen. Hierdurch werden die einzelnen Anstalten in die Lage versetzt bestimmtes Neue einer einzelnen Handlung kennen zu lernen; dieser Weg hat sich als nicht unvorteilhaft erwiesen, da man daraus doch unmittelbar auch die übrigen Leistungen der Firmen ersehen kann. Auch die Vertreter einer Einzelheit verfahren in ähnlicher Weise; wie viele Institute und Schulen sind nicht mit den Diamantschneidern der bekannten Handlung R. versehen, deren Vertreter den älteren Lehrern der Physik und Chemie wohlbekannt ist! Ebenso giebt es Präparatoren, die einzelne Sachen vorzüglich anfertigen und auch selbst zugänglich machen.

Der zweite Weg der Einzelbeschaffung fand und findet hauptsächlich auf dem Gebiete der Physik statt. Ehe einzelne Mechaniker Apparate in grösserer Menge und aus dem verschiedensten Gebiete anfertigten und anfertigen liessen, Lager gründeten, und dann die Cataloge geschäftsmässig verbreiteten, wurden die Apparate oft bei einzelnen Mechanikern bezogen, von denen bekannt war, dass sie die betreffenden Apparate in besonderer Güte anfertigten. Die Luftpumpe wurde bei dem Mechaniker Sch., die Wage bei dem Mechaniker O., elektrische Apparate bei dem Mechaniker G. u. s. w. bezogen. Auch heute wird dieser Weg immer noch vielfach angenehm und zweckmässig sein; nur müsste für diejenigen, welche in einer kleineren Stadt sich befinden, Gelegenheit gegeben werden, gute und sichere Auskunft über solche Bezugsquellen in Beziehung auf bestimmte Apparate zu erhalten, da doch nicht jeder eines einzelnen Apparates wegen nach dem Hauptort gehen kann und dann auch hier wiederum eine Orientierung gebrauchen würde. Dabei bieten sich dann auch Erleichterungen für die Reparaturen; diejenigen Mechaniker, welche diesen Einzelbezug vertreten, übernehmen selbst die Verantwortung für ihre Lieferung und sind auch eher geneigt, Reparatur auszuführen als die Betriebe im Grossen. Gerade aber für kleine Orte ist die Frage der Reparaturen eine wichtige. Wenn auch viele Lehrer imstande sind, kleinere Reparaturen selbst auszuführen, so fehlen öfters die nötigen Utensilien, die nur schwer zu beschaffen sind, oft aber auch die Zeit, die der Lehrer im Interesse der Sache mehr auf andere Seiten des Unterrichts verwenden wird. — Hierher gehört auch die jetzt so oft beliebte Bekanntgebung durch Cirkulare seitens einzelner Mechaniker oder grösserer Firmen. Wenn neue Apparate auf Veranlassung von Lehrern construiert werden, werden dieselben beschrieben (oft auch abgebildet) und die Druckanzeigen an die einzelne Anstalt versandt. (So bei den Apparaten von ELSTER und GETTEL für lichtelektrische Versuche, von LOOSER für Wärmeversuche, bei verschiedenen Galvanometern, Linsenapparaten, Dynamo-

maschinen u. s. w.). Gerade bei diesen Apparaten ist aber wiederum eine vorhergehende Besichtigung und Vergleichung wünschenswert. — Auf dem Gebiete der litterarischen Lehrmittel ist diese Methode noch viel ausgedehnter und hat, weil vielfach Anpreisungen hinzugefügt werden, dazu beigetragen, die Nachteile der jetzigen Beschaffungsmethode empfinden zu lassen.

Der letzte Weg, der berührt werden mag, der der Selbstbeschaffung, verzweigt sich auch nach zwei Seiten hin und führt zu dem des Geschenkes über. Schon oben wurde berührt, wie ausserordentlich vorteilhaft es ist, wenn die Lehrer die zu den Versuchen erforderlichen Hilfsmittel sich selbst herstellen. Die Home experiments, die *Récréations scientifiques* (in der Zeitschrift *La Nature*), die Spielexperimente, Experimentierschulen bieten eine Menge von Experimenten, für die sich jeder selbst die Hilfsmittel verschaffen kann, und die zum Teil auch für den Schulunterricht gut verwertbar sind; hier tritt der Mangel hervor, dass dieselben ebenso wenig bekannt werden, wie die Apparate, die der einzelne Lehrer neu sich hergestellt hat. Nur in seltenen Fällen unternimmt es eine Firma, wie die Firma ROHRBECK, einzelne derselben zu einer Sammlung zusammenzustellen.³⁾ Diese selbst gefertigten Apparate, die oft den käuflichen überlegen sind, bieten dadurch bisweilen eine Schwierigkeit, dass der Nachfolger im Unterricht oder auch da, wo mehrere an derselben Anstalt im Unterricht wechseln, der andere Fachlehrer dieselben nicht zu verwenden weiss.

Die Selbstbeschaffung der Lehrmittel durch die Lehrer erstreckt sich aber auch darauf, dass der einzelne sich persönlich bemüht, von industriellen Anlagen und öffentlichen Instituten kleine für den Unterricht oft vortrefflich zu verwendende Sammlungen von Lehrmitteln zu erhalten. So würde jede Gasanstalt leicht in der Lage sein, kleine Sammlungen zusammenzustellen, die ein Bild der Gasfabrikation geben würden und den Schulen des Ortes zu Gute kommen. Wenn städtische und staatliche Anstalten in dieser Weise mithelfen würden, wäre die Möglichkeit vorhanden, direkt verwendbare Lehrmittel zu erhalten, die genannten Anstalten würde ohne besondere Mühe und Kosten, die überdies leicht durch die Schule erstattet werden könnten, dem ganzen Schulwesen einen grossen Dienst erweisen. Man würde die Mühe und das Opfer, das die industriellen Anstalten damit bringen, in unterrichtlichen Kreisen sehr zu schätzen wissen.

Nicht viel anders wie mit Apparaten, Anschauungstafeln, Modellen, Karten u. s. w. verhält es sich auch mit den Lehrbüchern. Es ist naturgemäss, dass der Fachlehrer sich mit den erscheinenden neuen Lehrbüchern bekannt machen soll. Hierzu kann er durch Kauf das Material sich beschaffen, was jedoch nicht gut zu verlangen ist, da er dadurch oft für minderwertige, ganz überflüssige Bücher Aufwendungen machen müsste; aus demselben Grunde kann man diese Bücher nicht für die Schulbibliotheken anschaffen. Zusendungen von Verlegern auf direktes Verlangen, um sich zu instruieren, sind aus auf der Hand liegenden Gründen nicht gut annehmbar, die Anpreisungen und Anzeigen von Schulbüchern, mit denen in den letzten Zeiten die Anstalten wahrhaft überschüttet sind, helfen gar nichts und Centralstellen, wo man die Bücher derselben Kategorie, desselben

³⁾ Sie war in Chicago zur Ausstellung gelangt: „Columbian Exposition, Chicago 1893“ und enthielt eine Reihe von solchen Apparaten, die für den chemischen und physikalischen Unterricht sehr gut anzuwenden sind, so das Modell einer Warmwasserheizung, Apparat um die verschiedene Wärmeleitfähigkeit der Gase zu zeigen, Apparat zur Darstellung des PH_2 aus Phosphorzink u. s. w.).

Faches vergleichen könnte, sind nicht vorhanden. So erfolgen denn auch die Vorschläge für Neueinführung von Büchern vielfach folgendermassen: Der oder die betreffenden Fachlehrer sind mit einem im Gebrauch befindlichen Lehrbuch unzufrieden; es ist nicht der neuen Methode angepasst, es ist unbequem mit dem alten Buche nach anderen Vorschriften zu unterrichten. Ein neues Buch ist von bekannter Seite empfohlen, es wird durchgesehen, der betreffende Referent findet es geeignet und es wird zum Vorschlag gebracht. Eine systematische genaue Vergleichung des verschiedenartigen sehr umfangreichen Buchmaterials seitens sämtlicher beteiligter Lehrer findet nur selten statt; oft ist die zufällige Kenntnis eines Buches oder subjektive Gründe maassgebend.

Die seit Einführung der neuen Pläne entstandene Schulbuchverfertigung hat gezeigt, wie notwendig auf diesem Gebiete eine Änderung ist; man hat daher mit Recht versucht, den Nachteilen, die diese Entwicklung gebracht hat, durch Erschwerung der Neueinführungen entgegenzutreten, besonders auch dann, wenn der Verfasser eines Buches selbst als Lehrer an der Anstalt, in der das Buch eingeführt werden soll, angestellt ist.

Der erwähnten Willkürlichkeit gegenüber hat man sowohl bei Beschaffung der Lehrbücher wie der Apparate eine Unificierung vorgeschlagen, auf die schon oben hingedeutet ist. Die Nachteile derselben aber sind so gross und liegen so auf der Hand, die Durchführung wäre mit so viel Schwierigkeiten verbunden, dass man im Interesse des Unterrichtes wohl davon absehen wird. — Was ist aber bei den jetzigen Verhältnissen zu thun, um dem Wunsche nach Beseitigung der erkannten Übelstände entgegenzukommen?

3. Vor allem müssen die Vertreter der einzelnen Fächer und diejenigen, denen speciell die Verwaltung der einzelnen Sammlungen übertragen ist, sich schon im Anfang des Jahres einen Überschlag über die Verwendung der ihnen zu Gebote stehenden Mittel machen. Ein Teil derselben ist, wo nicht etwa schon im Etat eine besondere Position vorgesehen ist oder war (Kgl. Realgymnasium, Friedrich-Wilhelmsschule Stettin u. s. w.) für Reparaturen und Verbrauch in Reserve zu halten, dieselbe ergibt sich leicht aus der Erfahrung; für die Verwendung der übrigen ist ein Plan derartig aufzustellen, dass die Lücken, die als die empfindlichsten erscheinen, zuerst ausgefüllt werden. Zu diesem Zwecke empfiehlt sich die Führung eines Heftes, in das im Laufe des Unterrichts namentlich auch diejenigen Wünsche eingetragen werden, welche augenblicklich während der Erledigung der Pensen entstehen und aus dem sich dann auch, wenn mehrere Lehrer in demselben Unterrichte an der Anstalt beschäftigt sind, die Bedürfnisse entnehmen lassen. Es wird damit den Klagen, dass einzelne Sachen gar nicht berücksichtigt worden, abgeholfen werden können, zugleich aber würden die Beschaffungen aus den Bedürfnissen des Unterrichtes selbst hervorgehen.

Das Dringendste aber ist wohl, dass die Sammlung auf ihre Vollständigkeit in Beziehung auf die einzelnen Fächer und Zweige geprüft wird, dass sie mit einer sog. Standard-Sammlung verglichen wird. Wenn der naturwissenschaftliche Unterricht der Schulen im späteren Leben und an den Hochschulen berücksichtigt werden soll, so muss man auch wissen, welche Anschauungen vorausgesetzt werden können. Die seitens der Schulen mit Recht erhobenen Klagen, dass beim Universitätsunterrichte das von der Schule Mitgebrachte nicht gewürdigt wird, würden sich vermindern, und andererseits würde der ganz voraussetzungs-

lose Universitätsunterricht, der in den naturwissenschaftlichen Fächern so vorgeht, dass vielfach auch das Bekannteste als unbekannt angenommen wird, und der in derselben Weise für Vorgeschrittenere, ganz Kenntnislose und solche, die den betreffenden Gegenstand nur als Nebenfach brauchen, erteilt wird, aufhören. So wird man, an jeder Schule, auch der kleinsten, bei der dann bestimmte Apparate als Minimum vorhanden sein müssen, dann auch fordern können, dass diejenigen Gesetze, welche mit denselben abgeleitet werden, bekannt sind; ebenso wird man nicht weit fehlgehen, wenn man auch eine Reihe von Experimenten, die mit den Apparaten angestellt werden, als bekannt annimmt. Wenn zu der Standard-Sammlung z. B. Barometer, Apparat zur Demonstration des Mariotteschen Gesetzes, Luftpumpe gehören, so wird man die Kenntnis der gewöhnlichsten, einfachsten Apparate dieser Art erwarten dürfen, ohne dabei etwa die Forderung stellen zu können, dass alle oft complicierten Konstruktionen bekannt sind. Bei den Experimenten ist es schwieriger, Standard-Experimente festzusetzen, weil die Gruppierung der Experimente oft nicht methodisch durchgeführt wird. Den Lehrbüchern und Leitfäden nach werden zur Darlegung der Wirkung des Apparates eine ganze Reihe von Experimenten willkürlich an einander gereiht, ohne dass besondere Gruppen hervortreten, während doch gerade diese Gruppenbildung den Überblick erleichtert, zum Denken und Schliessen führt und eine Auknüpung und Erweiterung auch beim weiteren Unterricht gestattet. Eine Anordnung der Experimente und Apparate den Klassen nach wäre dabei nicht ausgeschlossen.

Der Vorschlag der Einrichtung von Standard-Sammlungen ist schon oft gemacht worden, ebenso wie der von Standard-Experimenten, während die damit zusammenhängende methodische Gruppierung nur wenig berücksichtigt worden ist. Die Freiheit des Einzelnen soll dadurch nicht beschränkt werden, denn es würde nur das Nothwendigste, das allgemein Anerkannte aufgenommen werden, so zu sagen ein Kanon, der sich durch langjährige Erfahrung gebildet hat. Für die individuelle Entwicklung im Unterricht bleibt gerade bei den Naturwissenschaften immer noch ein grosser Raum.⁴⁾

Sollen aber solche Verzeichnisse einen Nutzen stiften, so ist auch eine Controlle notwendig, die in der Form der Besprechung und Darlegung für Niemanden etwas Lästiges haben könnte, sondern vielen willkommen sein würde. Notwendig würde auch sein, dass festgestellt wird, ob die Sammlungen bei allen Schulen den Normal-Minimalforderungen entsprechen. Den Schulen, welche in kleinen Städten mit ungenügenden Räumlichkeiten und Lehrmitteln zu kämpfen haben, müsste zuerst geholfen werden; leicht liesse sich das bei den staatlichen Anstalten durchführen, von denen eine ganze Anzahl mit so reichlichen Mitteln versehen ist, dass in einigen Jahren sich leicht ein Ausgleich herbeiführen liesse, aber auch bei städtischen Anstalten sind die erforderlichen Summen so gering, dass sie leicht herbeizuschaffen wären, wenn ein klarer übersichtlicher Anschlag vorläge.

Das wichtigste Hilfsmittel aber, eine rationellere Beschaffung der Unterrichtsmittel herbeizuführen, ist die Errichtung von Centralstellen, wo ein Vergleich der Unterrichtsmittel, auch der litterarischen, und eine Controlle derselben, eine Besichtigung der neuen Erscheinungen auf diesem Gebiete stattfinden könnte, die in der Gründung von Schul- oder Unterrichtsmuseen gipfeln würde; Einrichtungen, auf die schon oben hingedeutet ist, die hier aber etwas ausführlicher zu besprechen sein dürften.

⁴⁾ Im Anhang ist auf einige Verzeichnisse von Mustersammlungen hingewiesen.

Die temporären Ausstellungen wie sie bei verschiedenen Wanderversammlungen, so den Naturforscher- und Lehrerversammlungen und bei einzelnen umfassenderen Schausstellungen stattfinden, können selbstverständlich eine solche Einrichtung nicht ersetzen. So war bei der Versammlung der Naturforscher und Ärzte in Berlin 1886 im Anschluss an die neugebildete Sektion für naturwissenschaftlichen Unterricht eine Sammlung verschiedener ausgezeichnete Lehrmittel von einzelnen Firmen ausgestellt. Einmal aber kann dabei, da die Beschickung durch Einzelfirmen erfolgt, kein systematischer Überblick über die gesamten Leistungen und den Stand der Lehrmittel gegeben werden, dann aber ist auch die Inanspruchnahme durch andere Veranstaltungen bei solchen Versammlungen viel zu gross und die Dauer der Ausstellung viel zu kurz, um ein ruhiges Studium zuzulassen. Diese Ausstellungen wirken momentan sehr anregend, werden auch zu Beschaffungen und Verbesserungen Veranlassung geben, aber ein Schulmuseum nicht entbehrlich machen, vielmehr das Bedürfnis danach erst recht hervortreten lassen.⁵⁾

Ähnlich ist es mit länger dauernden Ausstellungen, wie der pädagogischen Abteilung der Thüringer Gewerbe- und Industrieausstellung. Den in den lokalen Tagesblättern enthaltenen Nachrichten nach hat aber diese gerade einen grossen Zuspruch erfahren, ein Beweis, dass ein grosses Interesse für die Entwicklung des Unterrichts in weiten Kreisen vorhanden ist und gehofft werden kann, dass auch dem Schulmuseum der Besuch des Publikums nicht fehlen wird. Vielleicht zeigt auch die Berliner Gewerbeausstellung 1896 in ihrer Abteilung Unterricht und Erziehung, wie wünschenswert die Einrichtung eines grösseren Schulmuseums ist.

Für grössere Städte war auch in Vorschlag gebracht worden, Lehrmittel-Leihinstitute zu errichten. Man ging von der zum Teil zutreffenden Thatsache aus, dass manche grosse Apparate im Schulunterricht nur selten, im Jahre ein- oder zweimal, gebraucht würden; die Anschaffung derselben könne vermieden und dadurch Ersparnis erzielt werden. Abgesehen von der Umständlichkeit des Transportes und der Unbequemlichkeit, die diese Einrichtung für den Lehrer mit sich führen würde, ist der Plan auch unzweckmässig, weil doch eine grössere Anzahl von Apparaten derselben Art beschafft werden müsste, da leicht der Fall eintreten kann, dass mehrere Schulen denselben Apparat in demselben Zeitraum gebrauchen und vor allem aber, weil bedeutende unterrichtliche Nachteile entstehen können. Wenn bei einer Repetition, bei einer Besprechung eines anderen Gebiets auf den Apparat und die betreffenden Versuche rekuriert worden ist, wird es erforderlich sein, dass derselbe nochmals in Kürze vorgeführt wird; dies wird, wenn der Apparat nicht Eigentum der Anstalt ist, nur in unvollkommenem Maasse möglich sein. Man hat den Gedanken in Berlin auch nicht zur Durchführung gebracht, dafür aber eine Einrichtung getroffen, die, von den Schulen richtig benutzt, sehr nutzbringend sein kann: die Einrichtung einer Sammelstätte von Apparaten, die vom Besucher benutzt werden können, wie sie die Urania darbietet.

Auch in anderer Weise ist von privater Seite aus versucht, die Möglichkeit eines Vergleichs resp. auch einer Controlle von Unterrichtsmitteln und Apparaten

⁵⁾ Auch in Stuttgart bei der Lehrerversammlung (Pfingsten 1894) hat eine instruktive Lehrmittelausstellung stattgefunden und ebenso bei der Naturforscherversammlung in Wien. Die Ausstellung naturwissenschaftlicher Lehrmittel der österreichischen Mittelschulen (Gymnasien u. s. w.) ist für Nord-Deutschland von grossem Interesse gewesen, da dadurch Gelegenheit gegeben war, die zum Teil vortrefflichen Lehrmittel Österreichs mit den deutschen zu vergleichen.

zu geben. So haben hiesige Firmen für zoologische Lehrmittel eine ständige Ausstellung eingerichtet und ebenso haben Firmen, die mit der Herstellung verschiedener physikalischer Apparate für Schulen sich befassen, Ausstellungen ihrer eigenen Fabrikate zur Besichtigung und Auswahl aufgestellt. Eine Firma, die sich in grösstem Umfang die Herstellung der physikalischen Apparate für den Unterricht zur Aufgabe gestellt hat, hat ein Experimentierzimmer eingerichtet, in dem in übersichtlicher Weise die wichtigsten Apparate der Firma nach den Teilen der Physik geordnet sind und wo es gestattet ist, die Apparate selbst in ihrer Funktionierung kennen zu lernen. So dankenswert diese Einrichtungen sind, so geben sie doch nicht den Überblick über die betreffenden Lehrmittel derselben Kategorie, der für die zweckmässigste Auswahl notwendig ist. Es gehen diese Veranstaltungen naturgemäss aus dem eigensten Interesse der Firma hervor und anderweitig hergestellte Hilfsmittel können nur soweit in Betracht kommen, als die Firma die Herstellung oder den Vertrieb mit übernommen hat.

Andere Veranstaltungen, die jetzt schon den Namen Schulmuseen führen, berücksichtigen hauptsächlich nur die durch den Druck herstellbaren Hilfsmittel (Karten, Bücher, Tafeln u. s. w.), während Apparate nur in beschränktestem Maasse Berücksichtigung finden. Gerade auf diesem Gebiete aber ist die Beschaffung am schwierigsten und auch am kostspieligsten. Manche Ausgaben würden sich ermässigen, wenn der Einzelne sieht, dass der billigere Apparat der zweckentsprechendere ist und er sich selbst von der Brauchbarkeit der einzelnen Gegenstände überzeugen kann. Die Beschaffung der Apparate für eine solche Centralstelle würde nicht schwierig sein; viele Firmen, namentlich auch die einzelnen Mechaniker würden bereit sein, Muster ihrer Apparate, wenn auch nicht direkt zu schenken, obgleich dies auch im Interesse der Verfertiger liegen würde, so doch zu leihen. Es würden also Aufstellungsraum, Experimentierzimmer und Verwaltung nötig sein, die zu gleicher Zeit für sachgemässe Ordnung der Gegenstände, Katalog u. s. w. zu sorgen hätte. Neben solchen Centralstellen, die auch für jede Provinz eingerichtet werden könnten, kann schon jetzt eine Auskunftsstelle eingerichtet werden. Dem Verfasser sind häufig schon Anfragen über die verschiedensten Lehrmittel und ihre Beschaffung zugegangen; dem Bedürfnis eine Stelle zu haben, wo man sachliche gute Auskunft erhält und Mitteilungen über die Apparate, die der Einzelne wünscht, gemacht werden können, liesse sich leicht abhelfen, wenn eine behördliche Stelle, die in diesem Falle in Berlin und königlich sein müsste, da gerade für die Provinz das Bedürfnis am grössten ist, die Organisation in die Hand nähme. Die geringen Kosten liessen sich durch laufende Beiträge, die von den Anstalten, ähnlich wie bei den Programmen, erhoben würden, decken, wenn keine anderen Mittel dafür flüssig zu machen wären. Auch könnte diese Stelle ohne Weiteres Hinweise auf Unterrichtsmittel jeder Art, Bekanntgebung besonderer neuer und zweckmässiger Apparate u. s. w. einrichten, ein Cirkular- oder Correspondenzblatt dieser Art für sämtliche Anstalten würde sich leicht herstellen lassen. Auch in Betreff von Reparaturen, Verbrauchsgegenständen und sonstigen für den Unterricht notwendigen Utensilien liesse sich durch dieselben noch Nachricht oder Rat erhalten; doch ist hier nicht der Ort die weitere Organisation darzulegen.

Wenn jetzt auch eine grössere Zahl von Experimentierbüchern vorhanden ist, zu welchen auch die Zusammenstellungen von Experimenten für praktische Übungen an Mittel- und Hochschulen zu rechnen sind (WEINHOLD, FRICK-LEHMANN,

HEUMANN, NOACK und die englischen Werke von SLOANE, THOMSON, STEWART, HOPKINS u. s. w.), und wenn diese auch vielfach benutzt werden, so ist doch immer noch ein grosser Teil dieser Sachen in der Litteratur zerstreut, die dann durch die Centralauskunftsstelle für physikalischen Unterricht leichter zugänglich gemacht werden könnten. Naturgemäss schliesse sich daran die Sammlung von Unterrichtsbüchern, die sich leicht zusammenstellen liesse, weil ohne Zweifel der Unterrichtsbehörde das Recht zusteht, von jedem Buche, das eingeführt ist oder zur Einführung vorgeschlagen werden soll, eine Anzahl von Exemplaren einzufordern, schon um die Änderungen bei anderen Auflagen einer Controlle unterwerfen zu können.

Ganz besonders vorteilhaft wäre auch diese Einrichtung, die sich einem Schulmuseum naturgemäss angliedern würde, bei der Anschaffung der Lehrmittel für neugegründete und eingerichtete Anstalten. 2000—3000 Mark werden dafür, abgesehen von den Aufwendungen für die Bibliotheken und die Zeichenapparate in der Regel ausgeworfen und bei den höheren Bürgerschulen in Berlin waren die Zuwendungen so reichlich, dass Sachen beschafft werden konnten, welche über die Unterrichtsanforderungen der Anstalten hinausgingen. Das Verfahren bei den Neuerrichtungen höherer Lehranstalten ist einmal das, dass seitens der Behörde, welche die Unterhaltungspflicht hat, auch der betreffende Lehrapparat mit beschafft wird. Dies kann in der Weise geschehen, dass die Schulverwaltung sich seitens anerkannter guter Firmen ein Verzeichnis aufstellen lässt und die betreffenden Gegenstände von der bestimmten Firma kauft oder nach dem Muster anderer Lehranstalten einen entsprechenden Apparat beschafft, oder sich auch, wie ich verschiedene Fälle kenne, an einen Fachmann wendet und diesen ersucht, eine solche Zusammenstellung zu machen und die Quellen anzugeben, wo die Ankäufe der erforderlichen Gegenstände am besten vorgenommen werden. Vielfach aber wird gerade an höheren Lehranstalten der Weg beschritten, dass man den Lehrern und dem Direktor, der in den meisten Fällen auf die Vorschläge der Lehrer angewiesen sein wird, die Hauptverantwortung für die Beschaffung überträgt. Da oft die betreffenden Lehrer noch wenig Erfahrung besitzen, ihnen die ausgedehntere Kenntnis der Lehrmittel abgeht, so sind dabei vielfach Missgriffe vorgekommen. Es wird überdies dabei verschieden verfahren, indem einige z. B. erst einen Zweig der Physik hauptsächlich bedenken in der Meinung, dass sie aus den laufenden Ausgaben nach und nach für die übrigen Teile nebenher sorgen werden, während andere das ganze Gebiet im Auge behalten, oft aber nach eigenen Liebhabereien oder nach früheren Apparaten, die sie auf Universitäten oder technischen Hochschulen kennen gelernt haben, die Beschaffungen einrichten, so dass dann für den Unterricht an Schulen wenig geeignete Apparate einen grossen Teil der zur Verfügung stehenden Summe verschlingen. Alles dieses würde durch Einrichtung einer Centralstelle, womöglich eines Schulmuseums, geändert und gebessert werden können. Die Einrichtung würde aber nicht nur für die Lehrer, die sie, sobald wirklich Brauchbares geboten wird, vielfach benutzen würden und müssten, von grossem Nutzen sein, sondern auch ein besseres Verständnis der unterrichtlichen Verhältnisse in allen Kreisen unserer Bevölkerung verbreiten und nach den verschiedensten Seiten zur Anregung dienen können. Möge man einen Anfang machen zur Änderung des jetzigen Zustandes, die Klagen über Nichtbenutzung der Hilfsmittel, über mangelhafte Einrichtung der Räumlichkeiten, über Unzweckmässigkeit und Dürftigkeit der Lehrmittel, werden sich vermindern und eingeschränkt werden; freilich bleibt ja immer die Hauptsache, dass der Lehrer ge-

willt, eifrig und tüchtig und begeistert genug für seine Sache ist, um diese Einrichtungen zu einer möglichst idealen Gestaltung des Unterrichts zu benutzen, ohne etwa durch Betonung besonders schwieriger hochgespannter Forderungen, die nur äusserlich Eindruck machen sollen, den Schein grosser Erfolge zu erwecken: zuerst der Lehrer, dann die Lehrmittel! aber auch der tüchtigste Lehrer wird ohne die Möglichkeit, sich das für den Unterricht Beste zu beschaffen, nur gehemmt und sich eingeschränkt fühlen und in Anregung und Bildung der Schüler nicht das erreichen, was bei guten Hilfsmitteln erreicht werden kann.

4. Zum Schluss mögen noch die Thesen mitgeteilt werden, welche nach den Vorträgen, die der Verfasser zu verschiedenen Zeiten in verschiedenen Lehrerversammlungen über Teile der Frage gehalten hat, die Zustimmung der Anwesenden fanden; auch mag darauf hingewiesen werden, dass bei der letzten Versammlung des Vereins zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften (Wiesbaden, 15. und 16. Mai 1894) eine Commission eingesetzt wurde, um bei der nächsten Versammlung Bericht zu erstatten und Anträge zu unterbreiten über die Frage: „Notwendigkeit der Aufstellung gewisser Normen für die Einrichtung der physikalischen Sammlungen an höheren Schulen“.

Auch der dort gehaltene Vortrag von Herrn Richter-Wandsbeck: „Wie ist das physikalische Pensum der Gymnasien zu umgrenzen“, berührte die Frage, und ebenso sind bei dem Ferienkurse gelegentlich der Vorlesung über Beschaffung der Unterrichtsmittel vielfach Wünsche geäussert worden.

a) Auf der Versammlung in Braunschweig am 5. Oktober 1891 (vgl. *Pädagog. Archiv*) empfahl der Verfasser:

1. Schulmuseen unter fachmännischer Aufsicht. Alle neuen Erscheinungen auf dem Gebiete der Unterrichtsmittel sind dort zur Ausstellung zu bringen, damit ein Vergleich derselben unter einander und der neuen mit den schon vorhandenen ermöglicht wird.

2. In Ersatz dafür: regelmässige Ausstellung von Unterrichtsmitteln für die einzelnen Zweige des naturwissenschaftlichen Unterrichts.

3. Centralstellen für die Lieferung und Beziehung von Unterrichtsmitteln. Die Apparate müssten in besonderer Rücksicht auf ihre Brauchbarkeit für den Unterricht unter fachmännischer Aufsicht kontrolliert werden.

4. Event. Auskunftsstellen, an denen über die besten Quellen für alle einzelnen Unterrichtsmittel, diese selbst, ihre Preise u. s. w. Mitteilung gemacht wird.

5. Leihinstitute für sehr teure und kostbare Apparate und Modelle, die nur in einzelnen Fällen gebraucht werden.

6. Für Neueinrichtungen die Festsetzung einer Standard-Sammlung; die notwendigsten Unterrichtsmittel auf allen Unterrichtsgebieten werden festgestellt mit Berücksichtigung der zweckmässigsten Ausführung.

7. Bei jeder Anstalt: Festsetzung des Bedürfnisses mit specieller Bezeichnung der erforderlichen Neubeschaffung nach Beratung mit allen Lehrern der Fächer, in denen Unterrichtsmittel erforderlich sind, unter Vorsitz des Direktors. Der Etat ist danach zu bemessen; die Etatsmittel sind für die einzelnen Fächer demgemäss zu verwenden.

8. Revisionen der Unterrichtsmittel durch Fachberater. Besprechungen derselben mit den einzelnen Fachlehrern.

9. Lieferung von Unterrichtsmitteln aus Staatsanstalten (Museen, Sammlungen u. s. w.)

b) Auf der Versammlung des Brandenburgischen Provinzial-Vereins am 12. Mai 1894 wurden folgende Thesen des Verfassers angenommen.

I. Physikalische Lehrmittel.

1. Für höhere Schulen ist die Zusammenstellung einer Standard-Sammlung nach einer der Gattung der Schule entsprechenden Abstufung erforderlich.
2. Es bedarf für den physikalischen Unterricht
 - a) eines Unterrichtszimmers, das nur im Notfall für den chemischen Unterricht mit benutzt wird;
 - b) eines Apparatzimmers, das geräumig genug ist, um die Vorarbeiten für den Unterricht zu ermöglichen.
3. Wo Schülerexperimente eingeführt sind, ist eine besondere Sammlung dafür wünschenswert.
4. Die Benutzung der Sammlung ist allen Fachlehrern zu ermöglichen.
5. Eine fachmännische Feststellung des augenblicklichen Zustandes der Schulsammlungen ist wünschenswert, um die dringendsten Erfordernisse (bezüglich des Etats, der Einrichtungen u. s. w.) kennen zu lernen.

II. Allgemeine Anforderungen.

1. Die Errichtung von Schulmuseen, wenn möglich von Provinzial-Schulmuseen, die alle Unterrichtsgegenstände berücksichtigen, ist für die weitere Entwicklung des Unterrichts an den höheren Schulen erforderlich.
2. Mit den Schulmuseen ist ein Experimentiersaal zu verbinden, in dem einzelne Apparate einer Prüfung unterworfen werden, und der für Anleitung und Weiterbildung im Experimentieren benutzt werden kann.
3. Die Leitung der Schulmuseen sorgt für das Bekanntwerden und die übersichtliche Zusammenstellung neuerer Unterrichtsmittel einschliesslich der Schulbücher.
4. Für die laufende Aufwendung trägt jede Anstalt aus ihrem allgemeinen Fonds bei und hält den Katalog und die Ergänzungen desselben für die Bibliothek.
5. Mit jedem Schulmuseum ist eine Auskunftsstelle zu verbinden, die auf Anfragen in Betreff der Unterrichtsmittel und Lehrbücher sachliche Mitteilungen macht.

c) Auch in der Sektion für naturwissenschaftlichen Unterricht auf den verschiedenen Naturforscherversammlungen kam die Frage mehrfach zur Besprechung. Man vgl. *Bericht der Naturforscherversammlung zu Halle, 1891.*

Anhang.

Vorbemerkung. Die hier mitgetheilten Titel und Gegenstände dienen nur als Beispiele oder Beläge für die einzelnen im Text berührten Punkte, ohne dass dabei irgendwie eine Vollständigkeit der Aufzählung, eine Empfehlung oder Norm aufgestellt werden soll, alle Angaben sind also nur als Einzelbeispiele zu betrachten.

A. Verzeichnisse von Lehrmitteln.

1. Hauptkatalog der Leipziger Lehrmittelanstalt von Dr. OSC. SCHNEIDER. Er umfasst in fünf Abschnitten: I. Schulgeräte, Kindergarten-Material, Anschauungsunterricht, Rechnen. II. Geographie, Geschichte, Religion. III. Zoologie, Botanik, Mineralogie. IV. Physik, Meteorologie, Chemie, Technologie. V. Mathematik, Zeichnen, Turnen, Musik, Handfertigkeit und weibliche Handarbeiten.

2. Bibliotheca Paedagogica, Verzeichnis von Werken der Erziehungs- und Unterrichtswissenschaft, der gangbarsten Schulbücher, Atlanten u. s. w. sowie der neuesten Lehrmittel, Schulwandkarten, Wandtafeln, Apparate, Bildwerke, Utensilien u. s. w. (Spaeths Buchhandlung, Berlin).

3. Illustrierter Hauptkatalog der wichtigsten und vorzüglichsten Lehr- und Veranschaulichungsmittel aus dem Gesamtgebiete der Erziehung und des Unterrichts von der Lehrmittelanstalt J. Ehrhard & Cie., Bensheim in Hessen.

4. A. Müller, Fröbelhaus, Lehrmittelhandlung in Dresden.

B. Verzeichnis von Einzelfirmen.

Die Einzelfirmen, welche in Betracht kommen, beschäftigen sich entweder mit Herstellung von Apparaten aus besonderen Abschnitten oder sie übernehmen die Herstellung von Apparaten aus sämtlichen Gebieten oder sie besorgen auch Apparate anderer Firmen. Eine vollständige Trennung der Apparate für den Universitätsunterricht von denen für den Schulunterricht ist bisher nicht durchführbar gewesen und wird auch sachgemäss in vielen Fällen überhaupt nicht möglich resp. nicht erforderlich sein. Bei den für den Unterricht in den sog. beschreibenden Naturwissenschaften erforderlichen Materialien ist die Herstellung einer grossen Anzahl von Präparaten durch eine Firma leichter durchführbar (Linnaea, Benninghoven, zoologische Station zu Neapel, Osterloh-Droop, Picht, Kranz u. s. w.). Einige Firmen schicken auch besondere Anzeigen (Wehmann Trockenelemente, Anschütz Schnellseher, Edelmann Skalenablesungen, Ernecke elektrische Messapparate u. s. w.). Firmen wie Müncke, Leppin & Masche, Warmbrunn-Quilitz, Rohrbeck, Ernecke, Lorenz, Edelmann, Kohl u. s. w. sind allgemein bekannt. Inmerhin würde es die Aufgabe des in der Abhandlung erwähnten Auskunftsbüreaus sein, zuerst eine Zusammenstellung des augenblicklichen Standes der Unterrichtsmittelherstellung mit kurzer Charakterisierung der einzelnen Firmen anzufertigen und allgemein zugänglich zu machen. Dies ist besonders leicht bei Firmen für wissenschaftliche Apparate (Bohn, Fuess, Zeis u. s. w.), durch Fortführung eines Correspondenzblattes könnte dann auf das Neue hingewiesen und dies dann weiter verbreitet werden, womit freilich nur eine erste Anbahnung zu einer Änderung getroffen wäre. Hier die Einzelfirmen für alle Lehrmittel zusammenzustellen würde zu weit führen.

C. Verzeichnis von Standard-Sammlungen.

Da in dieser Beziehung schon Material vorliegt, so mag zunächst auf die Arbeit von NOACK (*Zeitschr. f. phys. U. VII 218, 1894*) hingewiesen werden, in der eine solche Sammlung angeführt findet. Hinzugefügt mag werden eine Sammlung von NETOLICZKA.

2. Netoliczka's physikalischer Apparat III (100 M.).

1. Adhäsionsplatten aus Glas. 2. Flaschen- und Rollenzug mit Gewichten (Stativ hierzu beim Pendelapparat). 3. Hebel mit Stativ und Gewichten. 4. Schraube mit zerlegbarer Mutter. 5. Wellrad. 6. Pendelapparat, Stativ mit 3 Pendeln. 7. Schalenwage auf Stativ mit hydrostatischer Wagschale. 8. Barometer auf poliertem Brett. 9. Saugpumpe aus Glas. 10. Druckpumpe aus Glas. 11. Steehheber. 12. Giftheber. 13. Heronball. 14. Spritze. 15. Torricellische Röhre mit Skala. 16. Glaswanne dazu. 17. Auftriebapparat, Glascylinder mit aufgeschliffener Glasplatte. 18. Communicationsgefäss mit 3 Armen. 19. Haarröhrchen in Kork gefasst. 20. Springbrunnen. 21. Aräometer für schwerere Flüssigkeiten als Wasser. 22. Aräometer für leichtere Flüssigkeiten als Wasser. 23. Hufeisenmagnet. 24. Magnetstab. 25. Magnetheder auf Stativ. 26. Compass, zugleich Galvanometer. 27. Elektrisiermaschine mit Messingkonduktor, Winterschem Ring und Funkenzieher, Scheibendurchmesser 26 cm. 28. Elektrophor mit Hartgummiplatte. 29. Auslader. 30. Glasstange mit Reibzeug. 31. Leydener Flasche. 32. Elektrisches Pendel. 33. Elektromagnet mit Anker. 34. Grenet-Flaschenelement. 35. Kupfer- und

Zinkstreifen. 36. Zwei Meter mit Guttapercha überzogenen Leitungsdraht. 37. Stimmgabel. 38. Lippenpfeife mit Skala. 39. Concavspiegel mit Rahmen. 40. Convexspiegel mit Rahmen. 41. Biconvexe Linse auf Stativ. 42. Glasprisma. 43. Biconcave Linse auf Stativ. 44. Kugel mit Ring. 45. Thermometer, Réaumur und Celsius.

3. Mustersammlung für den Unterricht in Physik und Chemie an einer Berliner Gemeindeschule.

Physik. *I. Wärme:* 1. Thermometer mit 3 Skalen. 2. Messingkugel mit Ring. 3. Kugel zur Ausdehnung des Wassers. 4. Chemisches Thermometer. 5. Liebig'scher Kühler. 6. Modell des Verteilungsschiebers einer Dampfmaschine. 7. Modell einer Dampfmaschine mit Kessel.

II. Magnetismus: 8. 2 Paar Stabmagnete mit Ankern, weichen Eisenstücken und Feilspähnen. 9. 2 Magnetenadeln auf Ständern. 10. Hufeisenmagnet.

III. Reibungs-Elektricität: 11. Glasstab. 12. Hartgummistab. 13. Fuchsschwanz. 14. Elektroskop. 15. Elektrophor. 16. Verteilungsapparat nach Riess. 17. Elektrisirmaschine und Zubehör. 18. Leydener Flasche mit Auslader.

IV. Galvanismus: 19. 2 Flaschenelemente. 20. Bunsen-Element. 21. 4 Daniellsche Elemente. 22. 5 Reserve-Thonzellen. 23. Elektromagnet. 24. Platinspirale. 25. Wasserzersetzungssapparat nach Zwick. 26. Morse-Telegraph mit Schlüssel. 27. Galvanoskop. 28. Horizontal-Galvanometer nach Bertram. 29. Vertical-Galvanometer nach Zwick (50 M.). 30. Telephon mit Leitungsdraht. 31. 1 kg besponnener Kupferdraht. 32 u. 33. Messingkugel auf Isolierstativ, 1 Paar Halbkugeln, 3 Pendelstative, 1 Satz Markkugeln, isoliert und leitend aufzuhängen (zu III). 34. Elektrischer Wecker. 35. Magnetinduktor. 36. Kohlenlichtapparat. 37. Induktionsapparat. 38. Dynamomaschine mit Ölkanne (Zwick) 150 M. 39. Influenz-Elektrisirmaschine (zu III). 40. Geisslersche Röhre. 41. Galvanoplastischer Apparat. 42. Glühlampe mit Stativ. 43. Holzcyliner für Ampèreströme. 44. Holzring mit verschiebbarem Ringe (Zwick). 45. Elektromagnet und Erzeugung der Induktionsströme.

V. Schall: 46. Diapason. 47. Windlade mit Labium. 48. Modell des menschlichen Gehörorgans. 49. Sprachrohr. 50. Grammophon mit Doppelschlauch und Platten.

VI. Licht: 51. Winkelspiegel. 52. Reflektor mit Stativ. 53. Mikroskop mit Objekten. 54. Skioptikon mit 2 Bildern. 55. Zwickscher Linsenapparat mit Broschüre (177 M.). 56. Lupe mit 3 Linsen.

VII. Mechanik: 57. Parallelogramm der Kräfte nach Bertram. 58. Hebelapparat. 59. Apparat zur Demonstration der 3 Gleichgewichtsarten (Bertram). 60. Schiefe Ebene nach Bertram. 61. Decimalwage. 62. Apothekerwage 63 u. 64. Gew. Flaschenzug, Differential-Flaschenzug. 65. Krämerwage mit Gewichten. 66. Eisenstativ zum Aufhängen von 63 u. 64. 67 u. 68. Kollektion von Messinggewichten, Satz eiserner und bleierner Gewichte. 69. Holzuntersatz. 70. Barometerröhre. 71. Glasgefäß mit Ausguss. 72. Gefäßbarometer. 73. 2 kg Quecksilber. 74. Apparat zur Bestimmung der Schwere der Luft. 75. Apparat für den Torricellischen Versuch. 76. 2 Saugheber von Messing. 77. Stechheber von Glas. 78. Vexierbecher. 79. Vexiertrichter. 80. Pendeluhr. 81. Hohlcyliner, Volleycyliner zur Bestimmung des archimedischen Principis. 82. 3 Aräometer. 83. Saugpumpe. 84. Luftpumpe nebst Recipient, Barometerprobe, Fallröhre, Quecksilberregen, Heronsball und Apparat zum Blasensprengen. 85. Dreiweghahn. 86. Fallrinne nebst Kugel und Bügeln. 87. Metronom. 88. Centrifugalmaschine. 89. Apparat mit 2 Kugeln von ungleicher Schwere. 90. Centrifugalregulator mit Drosselklappe. 91. Apparat, Abplattung der Erde. 92. Kugelschwebe mit Kügelchen. 93. Trockenapparat. 94. Schlemmapparat. 95. Apparat-Scheibe mit geschwärzter Kugel (Tangentialkraft). 96. Apparat-Übertragung der Räder-Farbenscheiben. 97. 3 Bologneser Flaschen (Preis der gesamten Sammlung 1831 M.)

Chemie. Folgende Reagentien mit den betreffenden Flaschen werden gehalten

Destilliertes Wasser, Salpetersäure, rauchende Salpetersäure, Terpentinöl, Ammoniak, Lackmus, absoluter Alkohol, Ferrum pulveratum, Soda, Salmiak, Bleiacetat, Schwefelsäure, Äther, Kaliumbichromat, granuliertes Zink, Eisenvitriol, Kupfervitriol, Zinkvitriol, chloresures Kali, Braunstein, unterschwefligsaures Natron, gepulverter Schwefel, übermangansaures Kali, salpetersaures Ammon, Kalisalpeter, Essigsäure, Kupferoxyd, Salzsäure. Ausserdem werden die erforderlichen Glas- und Porzellansachen geliefert; an Apparaten: Dreifüsse, Sandbäder, Drahtnetze, Gummischlauch, Werkzeugspind mit Werkzeugen, Bunsenbrenner, Korke, Korkbohrer, ganze Standgläser, Schrank für die Chemikalien.

Auch Mustersammlungen für Seminarien sind aufgestellt, sie entsprechen ungefähr den besten Sammlungen an Berliner Gemeindeschulen.

4. Anfänglicher Apparat einer Gemeindeschule.

IA. Zur Molekularphysik der festen Körper. (Vacat).

IIA. Zur Mechanik der festen Körper. 1. Fallrinne. 2. Pendel mit Linse. 3. Pendelubr. 4. Centrifugalmaschine. 6. Parallelogramm der Kräfte. 7. Hebelapparat. 8. Brückenwage. 9. Gew. Flaschenzug mit Stativ. 10. Schiefe Ebene.

IB. Zur Molekularphysik der flüssigen Körper. (Vacat).

IIB. Zur Mechanik der flüssigen Körper. 1. Hydrost. Wage (Pneumat. Wanne).

IIC. Zur Mechanik der gasförmigen Körper. 1. Glasröhre z. Torricellischen Vers. 2. Barometer. 3. Luftpumpe mit Holzfuß und Rezip. 4. Magdeburger Halbkugeln. 5. Kleine Wage.

III. Schall. 1. Windlade. 2. Einfaches Labium.

IV. Licht. 1. Skioptikon mit Bildern und Zubehör. 2. Camera obscura.

V. Wärme. 1. Thermometer. 2. Eisapparat.

VI. Reibungselektricität. 1. Glas- und Ebonitstab. 2. Elektroskop. 3. Elektrophor. 4. Elektrometer. 5. Elektrisiermaschine. 6. Stativ mit Papierbüschel. 7. Glas mit Markkugeln. 8. Elektr. Glockenspiel. 9. Isolierstativ zum Flugrad. 10. Leydener Flasche.

Magnetismus. 1. Magnetstab. 2. Magnetnadel auf Stativ.

Berührungselektricität (Galvanismus). 1. Galvanoskop mit Schlüssel. 2. 2 Flaschen-elemente. 3. Wasserzersetzungsapparat. 4. Morse Apparat. 5. Wecker zum Telegraphieren. 6. Telephon. 7. Dynamomaschine. Seitens der Verwaltung wird der Apparat nach und nach vervollständigt bis zur Standardsammlung unter S. 74.

D. Standard-Experimente.

Die Standard-Experimente werden sich aus den Standard-Apparaten ergeben. Doch würde noch eine Anzahl von Versuchen hinzuzufügen sein, die der Lehrer unabhängig von den Standard-Apparaten mit Hilfe einfacher Mittel anzustellen hat.

Wenn z. B. im Noackschen Katalog betreff der Ausdehnung der Gase durch die Wärme nur einige Thermometer (Differentialthermometer, Luftthermometer) angegeben sind, so ist dabei doch jedenfalls eine Reihe von Versuchen vorausgesetzt, die die Ausdehnung der Gase demonstrieren. Die manometrischen Apparate, die Zersprengung von Gefässen, die Anwendung von Kolben resp. Retorten zur Einführung in das Verständnis des Luftthermometers würden zu berücksichtigen sein und so ist es bei den Apparaten 32 bis 39 aus der Hydromechanik (Glasmodell einer hydraulischen Presse), Kanalwage, Apparat für den Bodendruck, Glaszylinder mit angeschliffener Bodenplatte am Faden. Apparat für das archimedische Prinzip, Aräometermodell mit cylindrischem Körper- und Standgefäss. Pyknometer mit Thermometer, Segnersches Wasserrad.

Methodische Zusammenstellung von Experimenten.

Gelegentlich der Experimentierkurse in der Physik für Lehrer, welche ich seit einer Reihe von Jahren geleitet habe, ist eine Anzahl von solchen Zusammenstellungen

gemacht worden. Hier möge nur ein Beispiel folgen, bei dem die Zusammenstellung der Apparate von den Experimentierenden selbst durchgeführt wurde, die Versuche sind nicht näher beschrieben, da hierzu eine besondere Arbeit, der Zeichnungen beigefügt werden müssten, notwendig wäre.

Das Gesetz der communicierenden Gefässe oder Röhren.

Apparate: Mehrere Standcylinder (8—10 cm weit), welche oberhalb des Bodens mit ca. 2—3 cm weiten Bohrungen versehen sind. Diese Bohrungen können durch durchbohrte Gummikorke verschlossen werden, so dass es leicht möglich ist, die Cylinder durch Röhren und Schläuche mit einander in Verbindung zu setzen, andererseits aber sich beliebige Röhren ansetzen lassen. Weitere Apparate: Quetschhähne, gebogene, ausgezogene, gerade Glasröhren von verschiedener Weite, Verbindungsschlauch, Schulkathetometer oder ein vertikaler Maassstab.

Ableitung des genannten Gesetzes aus den Druckgesetzen bei Flüssigkeiten.

1. Die drei Gefässe (Cylinder) werden verbunden, sind aber durch Quetschhähne gegen einander absperrbar. Die Stellung der Gefässe gegen einander in Höhe, Entfernung und Lage wird geändert. Flüssigkeit Wasser. Änderungen in der Gestalt des Verbindungskanals. Princip der Wasserleitung.

2. Anstatt des einen Gefässes werden verschieden gestaltete Gefässe oder gebogene Röhren eingeschaltet. Gleichheit der Niveauhöhe, Princip des Wasserstandzeigers.

In die Verbindung zweier Cylinder wird ein nicht sehr weites U-Rohr, dessen Biegung Quecksilber enthält, eingeschaltet. Die Quecksilberniveaus zeigen eine Verschiebung, so wie die Hauptgefässe in ihrer Stellung der Höhe nach verändert werden, dasselbe findet auch naturgemäss statt, wenn anstatt des einen Cylinders eine gewöhnliche Röhre genommen wird.

3. Mit einem Cylinder wird ein engeres Rohr durch Schlauch verbunden, das Wasser steht höher in demselben. Direkter Vergleich der Niveaus durch unmittelbares Anhalten der engeren Röhre an das Hauptgefäss. Es können die engeren Röhren gewechselt werden vom capillaren Rohre bis zur Röhre mit 2 cm Durchmesser, wo die Capillarwirkung für die Mittelfläche unwirksam geworden ist.

4. Fertiger Apparat. Weitere Röhren mit communicierenden capillaren Röhren auf Stativ mit Skale. Die Röhren werden gefüllt mit Wasser (gefärbt), Alkohol (gefärbt), Quecksilber (durch Apparatenhandlungen erhaltbar).

5. Communicierende Röhren mit gleich weiten parallelen Schenkeln (20—30 cm lang) in vier Exemplaren *a*, *b*, *c*, *d*. (Fertige Apparate oder selbst anzufertigen). Anbringung einer Skale oder Messung mit Kathetometer.

a) Röhren, gefüllt mit derselben Flüssigkeit (Quecksilber oder Wasser);

b) mit Wasser und Quecksilber.

c) mit Wasser und Äther (gefärbt) ($h : h_1 = s_1 : s$).

d) mit Wasser und Alkohol (gefärbt); allmählicher Ausgleich des Niveaus.

Bestimmung der Höhen der Flüssigkeitssäulen; Bestimmung des spezifischen Gewichts; Demonstration der Diffusion bei *d*; die schwerere Flüssigkeit wird stets zuerst hineingegossen.

Abänderung unter Anwendung eines getheilten Cylinders (resp. eines Becherglases).

Die schwerere Flüssigkeit, z. B. Wasser, wird zuerst eingegossen, dann ein ca. 1 cm weites Rohr hineingebracht, in dieses wird die leichtere Flüssigkeit gegossen (Äther); die Höhen werden gemessen.⁶⁾

⁶⁾ Bei der Anwendung von concentrirten Salzlösungen z. B. Kaliumbichromatlösung.

Ergänzungsversuch als Repetition: Anwendung von drei Flüssigkeiten in einer zweiseitigen gleichweiten communicierenden Röhre; am einfachsten nimmt man Quecksilber als trennende Zwischenflüssigkeit.

6. Neigung der Röhre. a) Messung der Niveauhöhen von der horizontalen aus. Wasserwaage. Versuche damit.

7. Herstellung einer flachen Convexröhre mit Flüssigkeit (Wasser) gefüllt, die Öffnungen geschlossen. Wanderung der bei der Füllung zurückgelassenen Luftblase.

Libellen. Anwendung derselben.

8. Zeichnungen über die Verhältnisse bei artesischen Brunnen. Verbreitung des Wassers in der Erdoberfläche — Grundwasser.

Versuch. Das Communicieren wird nicht gehemmt, wenn dabei ein Cylinder mit Sand angefüllt ist. Verlangsamung im Ausgleich des Niveaus.

Künstliche Nachbildung von artesischen Brunnen ist durchführbar aber zeitraubend und auch wohl nicht erforderlich.

Hier können sich nun nach zwei Seiten hin Versuche anschliessen. Man kann den einen von zwei communicierenden Cylindern resp. die betreffende Röhre verschliessen und nun die Grösse des Druckes auf den Verschluss nachweisen. Der anatomische Heber, Realsche Presse, hydraulische Aufzüge können dann auch hier erörtert werden. Andererseits würde man auch zum Vertikalausfluss (hydrostatischer Springbrunnen) überleiten können.

Die geologischen Verhältnisse, welche bei 8. in Betracht kommen (Bildung und Beschaffenheit der verschiedenen Schichten (Material, Kies, Sand, Thon, grössere Gestein-Bruchstücke), lassen sich hier oder bei den Sedimentierungsprocessen, wenn dieselben in Anschluss an die Molekularerscheinungen zur Betrachtung kommen, erörtern. (Näheres in des Verfassers kurzem *Lehrbuch der allgemeinen Geologie*, erschienen bei Müller in Berlin.)

Dass sich auch Verhältnisse im Schleusenbau, den Wasserleitungen u. s. w. durch Versuche, die dann zur Repetition dienen können, erläutern lassen, mag nur angedeutet werden. Man wird bei der Auswahl solcher Versuche zweiter Ordnung von der Zeit des Unterrichts und dem Eifer des Lehrers abhängig sein. Auch ist klar, dass noch andere Reihen hierhergehörender Versuche, wie sie—den Büchern von WEINHOLD u. s. w. zu entnehmen sind, in entsprechender Weise zusammengestellt werden können.

In ähnlicher Weise ist das Material für die Hydromechanik überhaupt, soweit sie im Unterricht zur Erörterung kommt, zusammengestellt, und ich habe gefunden, dass die Schüler zum Denken bei diesem Verfahren weit mehr hingeleitet werden als durch die schon fertigen Apparate allein.

Beispiele für die methodische Zusammenstellung der Experimente nach dem umgekehrten Prinzip, um diesen Ausdruck zu gebrauchen, sind von mir schon an verschiedenen Stellen gegeben (z. B. in der Arbeit über die HOLTZsche Elektrisiermaschine und die Versuche damit). In einer Arbeit „Anwendung comprimierter Gase im Schulunterricht“ wird ein weiteres Beispiel gegeben werden.

Die Aufstellung von methodisch geordneten Experimenten wurde auch als Übung für das pädagogische Seminar des Dorotheenstädtischen Realgymnasiums verwertet.

E. Bei der Hochflut von neuen Lehrbüchern und neuen Ausgaben älterer Werke scheint es nicht erforderlich, eine Zusammenstellung hier anzufügen, die zugleich den Schein erwecken könnte, als ob das eine oder andere Werk absichtlich aus dem Verzeichnis ausgelassen oder eingesetzt wäre. Auch die Aufzählung von Modellsammlungen, Tafel- und Kartenwerken, von Experimentierbüchern würde immer nur unvollständig sein können und ihre weitere kürzere Inhaltsangabe einen Anhalt für die Auswahl nicht geben. Die Beispiele, auf welche Bemerkungen im Text sich beziehen, sind so zahlreich vorhanden, dass sie sich für den im Unterricht stehenden Lehrer von selbst darbieten werden.

Versuche zur Veranschaulichung der neueren Theorie der Elektrolyse.

Von

Dr. Robert Lüpke in Berlin.

(Fortsetzung.)

III. Die Überführungszahlen von Hittorf.

Wenn ein schwacher Strom längere Zeit zwischen vertikal stehenden Kupferelektroden durch eine Kupfersulfatlösung geht, so scheint keine weitere Veränderung einzutreten, als dass das Kupfer mit dem positiven Strom von der Anode zur Kathode wandert, die Anode also so viel an Kupfer verliert, als die Kathode zunimmt. Indessen beobachtet man, wofern man die Elektroden nach dem Stromdurchgang mit einem Galvanometer verbindet, einen Polarisationsstrom, welcher der Richtung des Primärstromes entgegengesetzt ist. Ersterer kann nun nicht, wie es bei der Elektrolyse der verdünnten Schwefelsäure zwischen Platinelektroden der Fall ist, von Gasen herrühren, da solche bei hinreichend schwachem Primärstrom an jenen Kupferelektroden nicht erscheinen. Es muss daher der Primärstrom in der Kupfersulfatlösung selbst noch gewisse Veränderungen bewirkt haben, die den Polarisationsstrom bedingen. Man erkannte bald, dass dieselben darin bestehen, dass die Concentration der Lösung an der Anode zunimmt und an der Kathode abnimmt, wobei aber der Gesamtgehalt der Lösung an Kupfersulfat constant bleibt. In den Jahren 1853—59 hat nun HITTORF diese an den Elektroden auftretenden Concentrationsänderungen bei sehr vielen Elektrolyten studiert. Die betreffenden Abhandlungen „Über die Wanderungen der Ionen“ sind in No. 21 und 23 von „Ostwald's Klassikern“ gesammelt. Die Resultate seiner mühevollen Untersuchungen haben erst in der Neuzeit die ihnen gebührende Würdigung erfahren.

Die von HITTORF benutzten Zersetzungszellen sind so construiert, dass die Elektrodenflächen horizontal und übereinander liegen, und sich die Lösung nach der Elektrolyse in einzelne, besonders zu analysierende Schichten unter Vermeidung einer Mischung derselben teilen lässt. Jene Concentrationsänderungen

können bei der Elektrolyse einer Kupfersulfatlösung leicht mittels des Apparates Fig. 11 sichtbar gemacht werden. Ein 30 cm langes und 3 cm weites Glasrohr ist an den beiden Enden mit Pfropfen verschlossen, durch welche die dicken Zuleitungsdrähte *a* und *k*, an welche siebartig durchlöcherichte Kupferscheiben angenietet sind, befestigt werden. Schliesst man nun die Pole einer aus fünf Accumulatoren bestehenden Batterie an und schaltet in den Stromkreis noch einen Rheostaten ein, um den Strom soweit zu schwächen, dass sich keine Gase entwickeln, so erscheint nach einigen Minuten die um die Kathode *k* befindliche Flüssigkeit nur noch schwach blau gefärbt. In dem beistehenden Schema Fig. 11 sind die Änderungen der Concentration, wie sie sich aus den Daten der Analyse eines der HITTORF'schen Versuche ergeben, dargestellt. Zur deutlicheren Veranschaulichung ist die den Procentzahlen entsprechende Anzahl der Ionen aufgeführt, und zwar sind die Anionen durch die weissen, die Kationen durch die schwarzen Kugeln markiert. Der horizontale Strich scheidet die Kathoden- von der Anodenschicht. Vor der Elektrolyse ist die Lösung gleichmässig, und es mögen in

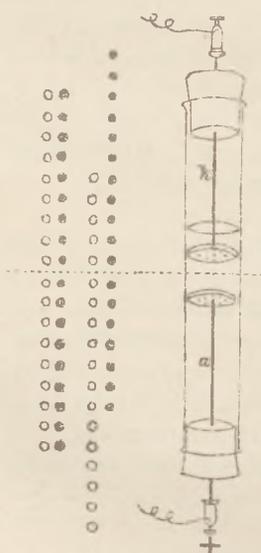


Fig. 11.

beiden Schichten je 9 Kationen und 9 Anionen vorhanden sein. Nach einer gewissen Zeit der Stromwirkung seien an der Kathode 6 Kupferatome ausgeschieden, und an der Anode ebenso viele Cu -Ionen durch die SO_4 -Ionen gelöst. Während sich aber an der Kathode nur 5 Cu und 5 SO_4 befinden, sieht man an der Anode ausser den 6 ergänzten $CuSO_4$ noch 7 Cu und 7 SO_4 . Würde während der Elektrolyse nur eine Wanderung der Anionen von der Kathoden- nach der Anodenschicht erfolgt sein, so hätte man in der letzteren im ganzen $9 + 6 = 15 CuSO_4$ und in der Kathodenschicht $9 - 6 = 3 CuSO_4$ finden müssen. Wenn andererseits nur die 6 Cu -Ionen von der Anoden- nach der Kathodenschicht an die hier disponibel gewordenen 6 SO_4 gewandert wären, so wären in beiden Schichten wieder je 9 Cu und 9 SO_4 vorhanden gewesen, wie vor der Elektrolyse. Thatsächlich aber befinden sich 5 Cu und 5 SO_4 an der Kathode und 7 + 6 Cu und 7 + 6 SO_4 an der Anode. Also sind gleichzeitig beide Arten der Ionen, die Cu nach der Kathode und die SO_4 nach der Anode transportiert, und zwar 2 Cu von unten nach oben, und 4 SO_4 von oben nach unten. Auf je 6 an der Kathode frei werdende Kupferatome kommen mithin 2 Cu -Ionen, die nach oben befördert werden, während die oben noch disponiblen 4 SO_4 -Ionen nach unten gehen, so dass unten im ganzen 6 SO_4 -Ionen auftreten, die hier auf Kosten der Anode mit Cu -Ionen versehen werden. Es lässt sich also annehmen, dass von 6 Wegstrecken in der nämlichen Zeit ein Cu -ion um je 2, und ein SO_4 -ion um je 4 fortschreitet. Die Quotienten $\frac{2}{6} = 0,33$ und $\frac{4}{6} = 0,66$ nennt HITTORF die Überführungszahlen für das Kation Cu bzw. Anion SO_4 . Sie stellen die auf je 1 ausgeschiedenes Kupferatom übergeführten Mengen beider Ionen dar, oder sind auch als die von einem Ion zurückgelegte, durch die Summe der Wege beider Ionen dividierte Wegstrecke anzusehen. Bezeichnet man allgemein mit n die Überführungszahl des Anions, so ist die des Kations $1 - n$. Das Verhältnis $(1 - n) : n$ aber muss offenbar das Verhältnis der Geschwindigkeiten u und v angeben, mit denen sich während der Elektrolyse die Kationen bzw. Anionen bewegen, und so lassen sich die Resultate von HITTORF durch die Gleichung ausdrücken:

$$(1 - n)/n = u/v.$$

HITTORF erklärt somit die während der Elektrolyse eintretenden Änderungen der Concentration durch die Verschiedenheit der Wanderungsgeschwindigkeiten der Ionen. Das Verhältnis derselben erweist sich von der an den Elektroden herrschenden Potentialdifferenz und innerhalb gewisser Grenzen der Concentration der Lösungen auch von dieser unabhängig, und der Einfluss der Temperatur ist nicht erheblich.

IV. Das Gesetz von Kohlrausch.

In seinen Abhandlungen über die Wanderungen der Ionen hatte HITTORF wiederholt darauf hingewiesen, dass die Bestimmung der specifischen Leitfähigkeit der Elektrolyte d. h. des reciproken Wertes des Widerstandes derselben, weitere Aufschlüsse über das Wesen der Elektrolyse ergeben müsste. Da sich aber beim Durchgang des Stromes durch einen Elektrolyten eine elektromotorische Gegenkraft geltend macht, deren Grösse in noch nicht völlig bekannter Weise wechselt, so fehlte es lange Zeit an einer brauchbaren Methode zur Widerstandsmessung der Lösungen. Erst 1880 ist eine solche von F. KOHLRAUSCH gefunden worden. Sein Verfahren ist im Princip dasselbe, nach welchem die Widerstände von Drähten mittels der WHEATSTONESCHEN Anordnung bestimmt werden. Doch wird

die Wirkung der Polarisierung durch Benutzung eines von einem Induktionsapparat gelieferten Wechselstromes eliminiert, und im Brückendraht statt eines Galvanometers ein Telephon als Indikator angewendet. In der Zelle befindet sich die zu prüfende Lösung zwischen platinirten Platinelektroden. Die Messung ergibt nun den gewöhnlich auf Quecksilbereinheiten bezogenen Widerstand der Lösung. Aus diesem wird unter Berücksichtigung der Dimensionen der Zelle der spezifische Widerstand s , d. h. die Anzahl der Widerstandseinheiten eines Flüssigkeitsfadens von 1 m Länge und 1 mm² Querschnitt verglichen mit einem gleich grossen Quecksilberfaden, und aus s die spezifische Leitfähigkeit $L = 1/s$ gefunden. Da nun ferner im Hinblick auf das FARADAYSche Gesetz anzunehmen war, dass die Leitfähigkeit der verschiedenen Elektrolyte beherrschendes Gesetz sich nicht ableiten liesse, so lange die Concentrationen der Lösungen in Procenten bestimmt würden, so bezog KOHLRAUSCH die Werte von L auf Lösungen, welche 1 g-Molekel des Elektrolyten enthielten. Es ergab sich so die molekulare Leitfähigkeit λ . Ein Beispiel wird diesen Begriff verständlicher machen. Für eine 5 procentige Kaliumchloridlösung sei bei 0° $s = 160256$ Quecksilbereinheiten ermittelt. Dann ist $L = 62,4 \cdot 10^{-7}$. Da nun 5 g Kaliumchlorid in 100 cm³ Wasser enthalten sind, so wäre bei gleicher Concentration 1 g-Molekel KCl , nämlich 74,5 g, in 1490 cm³ Wasser gelöst. Aus dem Werte für L folgt nun, dass die Leitfähigkeit von 1 cm³ jener Lösung $624 \cdot 10^{-4}$, und also $\lambda = 624 \cdot 1490 \cdot 10^{-4} = 93$ ist. Befänden sich also in der Zelle 1490 cm³ jener Lösung zwischen zwei Elektroden, die 1490 cm² gross und 1 cm von einander entfernt sind, so würde sich als Widerstand $1/93$ Quecksilbereinheit ergeben. Man schreibt für die molekulare Leitfähigkeit einer Kaliumchloridlösung, die in 1,49 Litern Wasser 1 g-Molekel Salz enthält, $\lambda_{1,49} = 93$. Bedeutet allgemein V die Anzahl Liter, in welchen 1 g-Molekel des Elektrolyten gelöst ist, so ist $\lambda_V = L \cdot V \cdot 10^7$. Nach den Untersuchungen von KOHLRAUSCH haben sich nun für Kaliumchloridlösungen verschiedener Concentration ergeben:

74,5 g KCl auf:	s	L	λ
0,33 Liter	$0,00399 \cdot 10^7$	$250,000 \cdot 10^{-7}$	82,7
1 "	$0,01088 \cdot 10^7$	$91,900 \cdot 10^{-7}$	91,9
2 "	$0,02087 \cdot 10^7$	$47,900 \cdot 10^{-7}$	95,8
10 "	$0,09360 \cdot 10^7$	$10,500 \cdot 10^{-7}$	104,7
100 "	$0,87184 \cdot 10^7$	$1,150 \cdot 10^{-7}$	114,7
1000 "	$8,88223 \cdot 10^7$	$0,119 \cdot 10^{-7}$	119,8

Aus diesen Zahlen ersieht man, dass die spezifische Leitfähigkeit eines Elektrolyten mit Abnahme der Concentration abnimmt, aber nicht so schnell als diese. Ergänzt man daher den 10. Teil eines Flüssigkeitsfadens durch Hinzufügung von reinem Wasser auf die ganze Länge des Fadens, so wird die Leitfähigkeit nach der Verdünnung nicht ganz auf ein Zehntel, sondern etwa nur auf 0,11 des vorherigen Wertes vermindert. Obwohl also im zweiten Fall nur der 10. Teil der Salzmenge vorhanden ist als zuvor, ist infolge der weiteren Verdünnung jenes Zehntel des Salzes derartig verändert worden, dass es den Strom besser leitet als man erwarten sollte, oder es hat sich, nach ARRHENIUS, wie schon hier bemerkt werden mag, die relative Zahl der aktiven Molekeln vermehrt. Dieselbe Erscheinung kommt nun für die obigen Werte von λ zum Ausdruck. Aus diesen ergibt sich der Satz: Die molekulare Leitfähigkeit wächst

mit der Verdünnung und erreicht bei einer bestimmten Grenze das Maximum λ_∞ . Nach der Valenzregel von OSTWALD kann man diesen Wert aus den experimentellen Daten berechnen. Für Kaliumchlorid beträgt er 140.

Indem ferner KOHLRAUSCH die Differenzen der bei starken Verdünnungen gefundenen Werte von λ einerseits für zwei Elektrolyte mit einem gemeinsamen Anion und verschiedenen Kationen, andererseits für zwei Elektrolyte mit einem andern gemeinsamen Anion und denselben verschiedenen Kationen berechnete, fand er diese Werte, wie ein unten folgendes Beispiel ergeben wird, nahezu constant. Er nahm daher an, dass der Wert λ_∞ eines Elektrolyten sich additiv aus zwei Constanten zusammensetze, die nichts anderes bedeuten können, als die Wanderungsgeschwindigkeiten u und v der Ionen. Unter dieser Voraussetzung stellte er die Gleichung auf

$$\lambda_\infty = u + v.$$

Die Berechnung der Grössen u und v ist aber nunmehr leicht ausführbar, da $u : v = 1 - n : n$ ist, wo n die HITTORFSche Überführungszahl des Anions bedeutet. Für Kaliumchlorid z. B. ist bei 25° $\lambda_\infty = u + v = 140$, $u : v = 0,491 : 0,509$, folglich $u_{KCl} = 68,6$ und $v_{Cl} = 71,4$. In der folgenden Tabelle sind unter I einige Elektrolyte, unter II die HITTORFSchen Zahlen $1 - n$, unter III die neuesten, bei 25° ermittelten Werte λ_∞ (nach Ostwalds Lehrbuch der allgemeinen Chemie Bd. 2, Teil I, S. 675) und unter IV und V die nach obigem Beispiel berechneten Werte von u und v verzeichnet.

I Elektrolyt	II $1 - n$	III λ_∞ bei 25°	IV u bei 25°	V v bei 25°
KCl	0,491	140,0	68,6	71,4
KNO ₃	0,503	135,7	68,3	67,4
NaCl	0,380	120,0	45,6	74,4
NaNO ₃	0,387	113,7	44,0	69,7
AgClO ₃	0,499	117,2	58,5	58,7
AgNO ₃	0,477	124,2	59,2	65,0

Diese Zahlen lassen erkennen, dass $\lambda_{KCl} - \lambda_{NaCl} = 140 - 120 = 20$, und $\lambda_{KNO_3} - \lambda_{NaNO_3} = 135,7 - 113,7 = 22$ ist. Die Differenzen stimmen also nahezu überein. Soll nun jene Annahme von KOHLRAUSCH richtig sein, also die Formel $\lambda_\infty = u + v$ allgemeine Gültigkeit haben, so muss das für einen Elektrolyten empirisch ermittelte λ_∞ übereinstimmen mit der Summe der Mittelwerte von u und v , welche aus den empirischen Daten von $1 - n$ und λ_∞ anderer Elektrolyte berechnet sind. Für den Elektrolyten KNO₃ ist $v_{NO_3} = 67,4$, für AgClO₃ ist $u_{Ag} = 58,5$, es ist also $u_{Ag} + v_{NO_3} = 125,9$, und in der That stimmt das gefundene $\lambda_{AgNO_3} = 124,2$ nahezu mit jenem theoretischen Wert überein. Jene Formel $\lambda_\infty = u + v$ ist somit der Ausdruck eines Gesetzes, welches das Gesetz der unabhängigen Wanderungsgeschwindigkeiten der Ionen genannt wird.

Sehr gut fügen sich dem KOHLRAUSCHSchen Gesetz schon bei mittleren Concentrationen die aus zwei einwertigen Ionen bestehenden Neutralsalze, sowie einige starke einsäurige Basen und einbasische Säuren. Für die Elektrolyten mit mehrwertigen Ionen erwies sich die experimentell gefundene moleculare Leitfähigkeit selbst bei starken Verdünnungen kleiner als jenem Gesetz entspricht, und OSTWALD stellte daher die allgemeinere Formel $\lambda = \alpha(u + v)$ auf, in welcher α den Wert eines echten Bruches hat. Immerhin zeigte sich an dem (freilich sehr dürftigen)

Beobachtungsmaterial, dass diese Abweichungen um so geringer werden, je verdünnter die bei der Messung verwendeten Lösungen sind, und dass sich α bei unendlich grosser Verdünnung schliesslich der Einheit nähert. Nun darf aber der Verdünnungsgrad für die Praxis der Messung eine gewisse Grenze nicht überschreiten. In solchen Fällen hat man den Wert von u mit Hilfe des Wertes von λ_{∞} , wie er sich aus dem Chlorid oder Nitrat des betreffenden Kations sicher feststellen lässt, und den Wert v auf Grund des aus einem Kalium- oder Natriumsalz des fraglichen Anions leicht bestimmbareren Wertes von λ_{∞} zu ermitteln.

Näheres über das Verhalten der Ionengeschwindigkeiten bei verschiedenen Temperaturen sowie über ihre Beziehung zur chemischen Constitution der Ionen findet man in dem *Lehrbuch der allgemeinen Chemie von Ostwald 2. Bd. 1. Teil 1893*. Nur möge noch bemerkt sein, dass die grösste Wanderungsgeschwindigkeit das Kation der Säuren hat, nämlich der Wasserstoff, für welchen OSTWALD bei 25° $u = 320$ annimmt, und dass für den Wert v des Anions OH der Basen bei 25° die Zahl 170 gesetzt wird.

Von einer experimentellen Demonstration des KOHLRAUSCHSchen Gesetzes wird man im Unterricht absehen müssen. Dennoch mögen hier zwei Versuche beschrieben werden, welche zwar nicht ganz einwurfsfrei sind, wohl aber das Obige einigermaßen veranschaulichen. Als Zersetzungszelle für den ersten Versuch verwende man ein mit Platinelektroden versehenes U-Rohr und leite einen Strom unter Einschaltung eines wenig empfindlichen, mit verticaler Nadel versehenen Galvanometers durch die äquimolecularen Lösungen zweier Natriumsalze, deren Anionen möglichst verschiedene Geschwindigkeiten haben, und zwar zunächst durch eine Lösung von Natriumacetat 84 : 100 ($v_{C_2H_3O_2} = 38,4$), hierauf unter Benutzung des nämlichen U-Rohres durch eine Lösung von Kochsalz 36 : 100 ($v_{Cl} = 70$). Im letzteren Fall zeigt die Nadel einen ungefähr dreimal so grossen Ausschlag, was wesentlich durch die grössere Leitfähigkeit des Chlorions gegenüber derjenigen des Acetylions bedingt ist.

Durch den zweiten Versuch lässt sich das Verhältnis der Ionengeschwindigkeiten objektiv darstellen. *Fig. 12* zeigt im Princip die Anordnung von LODGE (*Rep. of the Brit. Assoc. 1887, S. 389*), dessen zahlreichen Versuchen zur direkten Ermittlung der Wanderungsgeschwindigkeiten der Ionen der folgende mit einigen Abänderungen nachgebildet ist. Ein 8 mm weites, 40 cm langes Glasrohr r wird mittels eines Diamanten mit einer Centimeterteilung versehen und 1,5 cm vor jedem

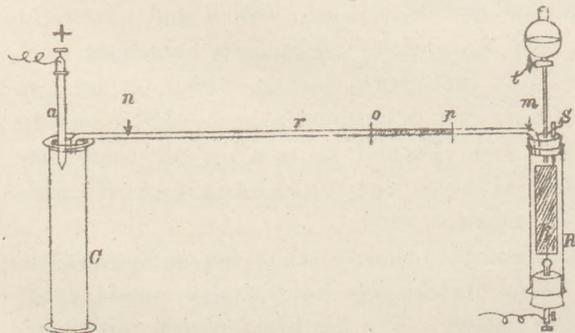


Fig. 12.

Ende rechtwinklig umgebogen. Ferner erhitzt man über einem Wasserbad 140 g Wasser mit 10 g reiner Gelatine, bis sich letztere eben gelöst hat, füge 7 g Kochsalz und einige Tropfen der roten, schwach alkalischen Phenolphthalein-Lösung hinzu, so dass die Flüssigkeit deutlich rosarot gefärbt ist. Letztere wird nach dem Filtrieren in die Röhre r gegossen, worin sie sehr

bald erstarrt. Hierauf wird das eine Ende der Röhre r durch die eine Durchbohrung eines Pfropfens gesteckt, dessen beide andere Durchbohrungen den Hahntrichter t und das massive Glasstäbchen s tragen. Dieser Pfropfen chliesst das obere Ende der

Röhre *R*. Im unteren Ende derselben ist mittels eines Pfropfens das zur Kathode bestimmte Platinblech *k* befestigt. Mit Hilfe des Trichters *t* und des Stäbchens *s* gelingt es leicht, die Röhre *R* unter gänzlicher Verdrängung der Luft mit einer Lösung von Kupferchlorid 1:10 zu füllen und luftdicht abzuschliessen. Ohne diese Massregel würde die Gelatine unter der Einwirkung des Stromes aus *r* teilweise herausgedrängt werden. Das andere Ende der Röhre *r* wird in einen mit verdünnter Salzsäure gefüllten Cylinder *C*, in welchem sich die aus Gaskohle bestehende Anode *a* befindet, eingesenkt. Die ganze Anordnung hat nun den Zweck zu zeigen, dass beim Stromdurchgang der Wasserstoff von *C* aus, und das Chlor von *R* aus in der Röhre *r* vordringt, was sich durch die Entfärbung der Gelatine zu erkennen giebt. Indessen muss man, bevor man die Pole anlegt, den Apparat mindestens 25 Stunden sich selbst überlassen. Denn schon der Vorgang der Diffusion der beiden Flüssigkeiten in die Gelatine bewirkt, dass sich letztere von den Enden her entfärbt, und zwar wird das Alkali der Gelatine durch die Salzsäure direkt neutralisiert, während es auf das vordringende Kupferchlorid nach der Gleichung $CuCl_2 + 2 NaOH = CuO_2H_2 + NaCl$ reagiert, so dass an Stelle der Rotfärbung die schwach blaue Trübung des Kupferhydroxyds auftritt. Nun rückt bei 20°

	in der Zeit von 1 Stunde,	4 Stunden,	25 Stunden,	36 Stunden,
	die Salzsäure um 1 cm,	2 cm,	5 cm,	6 cm,
	die Kupferchloridlösung um 0,5 cm,	1,0 cm,	2,5 cm,	3,0 cm

vor. Es entspricht dieser Vorgang dem Fickschen Gesetz: $h = a\sqrt{t}$, wenn *h* die Steighöhe, *a* eine Constante und *t* die Stundenzahl bedeutet. Für die verdünnte Salzsäure würde $a = 1$, für die Kupferchloridlösung $a = \frac{1}{2}$ sein. Schliesst man nach 25 Stunden, nach welcher Zeit noch die Strecke *mn* rot ist, 9 Accumulatorenzellen an die Elektroden an, so schreitet die Entfärbung ungleich schneller vor, nämlich in 2 Stunden von *n* aus um 3 cm und von *m* aus um ungefähr 0,5 cm. Nach 10 Stunden ist nur noch die Strecke *op* rot gefärbt. Von der Anode her nahm also in dieser Zeit die Entfärbung um 18,8 cm, von der Kathode her um 3,7 cm zu, und zwar erscheint die Strecke *mp* nicht bläulich getrübt; sondern ebenso farblos wie die Strecke *no*. Zwischen den Teilstrichen 31 und 32 würde die rote Zone schliesslich ganz verschwinden. Die durch den Strom herbeigeführte Entfärbung beruht darauf, dass die von der Anode kommenden *H*-Ionen mit dem Hydroxyl der in der Gelatine vorhandenen Base Wasser bilden und die freigewordenen Natriumatome sich auf Kosten benachbarter *NaOH*-Molekeln wieder zu *NaOH* ergänzen. Die hierdurch freigewordenen Natriumatome verhalten sich ebenso, bis sie durch die vom Kathodenende anrückenden *Cl*-Ionen gebunden werden. Somit wird in dem Masse, als die Ionen wandern, beiderseits das Alkali dem Phenolphthalein entzogen. Subtrahiert man von 18,8 und 3,7 cm die Strecken 0,9 bezw. 0,4 cm, um welche die Entfärbung während der Dauer des Stromdurchgangs durch die Diffusion allein zugenommen hätte, so restieren die Strecken 17,9 und 3,3 cm. Diese aber geben das Verhältnis der Geschwindigkeiten an, in denen die Ionen *H* und *Cl* durch die Einwirkung des Stromes wandern. Der Versuch lehrt also, dass das *H*-ion ungefähr fünfmal so schnell nach der Kathode vorrückt als das *Cl*-ion nach der Anode. Dass nun in wässrigen Lösungen der Befund derselbe sein würde als in der steifen Gelatine, ist nach GRAHAM'S Untersuchungen sicher anzunehmen, nach denen die Diffusion eines Salzes in einer Gallertmasse mit kaum geringerer Geschwindigkeit erfolgt als in reinem Wasser.

Würde man die Potentialdifferenz, welche an den Enden der Röhre r herrscht, messen, so würde man die Wanderungsgeschwindigkeiten beider Ionen in absoluten Einheiten d. h. in cm/sec. pro Volt/cm bestimmen können. Nach BUDDE und KOHLRAUSCH ergeben sich diese absoluten Werte U und V durch Multiplication der relativen Grössen u und v mit dem Factor $110 \cdot 10^{-7}$, so dass man bei 18° $U_H = 0,00352$ und $V_{Cl} = 0,00069$ cm findet, d. h. die Ionen wandern in 1 Sekunde $0,00352$ bzw. $0,00069$ cm, falls die Potentialdifferenz an den Enden der 40 cm langen Röhre r genau 40 Volt beträgt. Ferner ist nach KOHLRAUSCH (*Wied. Ann. Bd. 50, S. 403*) in sehr verdünnten Lösungen $U_K = 0,00066$, $U_{Na} = 0,00045$, $U_{Ag} = 0,00057$, $V_{NO_3} = 0,00063$, $V_{OH} = 0,00181$ cm. Für mehrwertige Ionen lassen sich die Wanderungsgeschwindigkeiten nicht mit genügender Sicherheit angeben.

V. Die Dissociationstheorie von Arrhenius.

Für die Erscheinungen der Leitfähigkeit der Elektrolyte, welche OSTWALD durch die allgemeine Formel $\lambda = \alpha(u + v)$ zusammenfasst, hat SWANTE ARRHENIUS in Stockholm im Jahre 1887 durch seine Theorie der elektrolytischen Dissociation der Ionen eine befriedigende Erklärung gegeben. Da nämlich nach dem Gesetz von KOHLRAUSCH die Ionen unter dem Einfluss des galvanischen Stromes mit einer ihrer chemischen Natur eigentümlichen Geschwindigkeit wandern, und es also gleichgültig sein muss, welches Anion einem bestimmten Kation angehört, so behauptete ARRHENIUS, dass die Molekeln der Elektrolyten in der wässrigen Lösung bereits in ihre beiden, mit den betreffenden elektrischen Ladungen behafteten Ionen dissociiert wären. Während sich ferner die Ionen sonst regellos zwischen den Wassermolekeln hin und her bewegen und dabei bald an ein entgegengesetztes Ion herantreten, bald wieder von ihm weichen, müssen sie, falls zwischen den eingesenkten Elektroden eine Potentialdifferenz besteht, bestimmte Bahnen einschlagen, und zwar das Kation nach der Kathode, das Anion nach der Anode. Die erste Arbeit, welche der elektrolysierende Strom auszuführen hat, besteht also darin, dass er die Reibungswiderstände, welche die Ionen an den ihnen im Wege stehenden Wassermolekeln erfahren, überwinden muss. Diese Widerstände sind nach der Natur der Ionen verschieden gross, und je grösser sie sind, um so geringer ist die Beweglichkeit, also auch die Wanderungsgeschwindigkeit derselben. Nach KOHLRAUSCH (*Wied. Ann. Bd. 50, S. 407*) sind jene elektrolytischen Reibungen sehr beträchtlich. Damit 1 g eines Ions in verdünnter Lösung mit der Geschwindigkeit 1 cm/sec fortbewegt wird, bedarf es, wenn A das Äquivalentgewicht des Ions ist, einer Kraft von $984000/(A \cdot U)$ bzw. $984000/(A \cdot V)$ kg-Gew. Für 1 g Kalium in verdünnter Lösung werden also gefordert $984000/(39,1 \cdot 0,00066) = 38 \cdot 10^6$ kg-Gew. Diese zum Transport der Ionen verbrauchte Arbeit geht in Joule-Wärme über, ebenso wie in einem metallischen Leiter je nach dem spezifischen Widerstand desselben ein Teil der Stromenergie in Wärme verwandelt wird.

An den Elektroden aber hat der Strom eine zweite Arbeit zu leisten, sei es, dass er die angezogenen Ionen neutralisiert, indem er die ihnen mit einer gewissen Intensität anhaftende Ladungsmenge entzieht, sei es, dass er aus dem Material der Elektroden oder des Wassers neue Ionen bildet, und zwar für die ankommenden Kationen neue Anionen oder für die ankommenden Anionen neue Kationen.

Demgemäss ist die Stromleitung einer elektrolytischen Lösung

durch das Vorhandensein freier Ionen bedingt, während die etwa anwesenden noch nicht dissociierten Molekeln sich an der Leitung gar nicht beteiligen. Jener Faktor α giebt an, welcher Bruchteil des theoretischen Wertes λ_{∞} der gefundene Wert λ ist. Nach der Dissociationstheorie erhält aber α eine bestimmtere Bedeutung. Da nur die freien Ionen die Stromleitung ermöglichen, so bezeichnet α denjenigen Bruchteil der Molekeln des Elektrolyten, welche die Dissociation erlitten haben, und heisst daher der Dissociationskoeffizient. Sind z. B. in 1 Liter Wasser 100 g-Molekeln des Elektrolyten gelöst, und sind 80 g-Molekeln dissociiert, so ist $\alpha = 0,8$. Die merkwürdige Thatsache nun, dass bei zunehmender Verdünnung die Grösse λ wächst, d. h. die auf die gleiche Gewichtsmenge des Elektrolyten bezogene Leitfähigkeit zunimmt, erklärt sich nach ARRHENIUS daraus, dass bei fortgesetztem Zusatz des Lösungsmittels eine weitere Dissociation der Molekeln, mithin eine Vermehrung der die Elektrizität transportierenden Ionen erfolgt, oder dass, wie ARRHENIUS sich ausdrückt, eine grössere Anzahl der Molekeln aktiv wird. Sind schliesslich von einer bestimmten Verdünnung an alle Molekeln dissociiert, so hat die Leitfähigkeit, die nunmehr als λ_{∞} bezeichnet wird, ihr Maximum erreicht. Für diesen Fall ist $\alpha = 1$. Aus den Gleichungen $\lambda = \alpha(u + v)$ und $\lambda_{\infty} = u + v$ berechnet sich $\alpha = \lambda/\lambda_{\infty}$.

Der Dissociationstheorie gemäss leiten die flüssigen, chemisch reinen Elektrolyte, wie condensierter Chlorwasserstoff, 100 procentige Schwefelsäure u. s. w., den Strom nicht, weil ihre Molekeln nicht dissociiert sind. Aus demselben Grunde verhält sich auch das chemisch reine Wasser wie ein Nichtelektrolyt. Denn das von KOHLRAUSCH und HEYDWEILLER im Vacuum destillirte Wasser zeigt bei 18° einen spezifischen Widerstand von $24,75 \cdot 10^{10}$ Quecksilbereinheiten (*Sitzungsber. d. K. preuss. Akad., physik.-math. Kl. 1894, S. 295*). Eine Säule solchen Wassers von 1 mm Höhe würde dem Strom einen noch etwas grösseren Widerstand entgegensetzen als eine gleich dicke, dreihundertmal um den Erdäquator geführte Kupferdrahtleitung. Die molekulare Leitfähigkeit von einem Liter jenes Wassers würde $0,404 \cdot 10^{-4}$ sein, und da $u_H = 325$ und $v_{OH} = 170$ gesetzt wird, so würde die Dissociation desselben so gering sein, dass 1 g H-ionen und 17 g OH-ionen erst in $12\frac{1}{2}$ Millionen Litern enthalten wären. Absolut reines Wasser kann daher als Nichtleiter angesehen werden, und man darf annehmen, dass das Wasser an der Elektrolyse der Lösungen primär nicht Anteil nimmt.

Den beiden Thatsachen gegenüber, dass weder die blossen Elektrolyte noch das reine Wasser den Strom leiten, ist es im höchsten Grade auffällig, dass die wässrigen Lösungen derselben den Strom passieren lassen. Demnach ist dem Wasser das Vermögen zuzuschreiben, die Molekeln eines Elektrolyten in seine beiden Ionen zu trennen, also die Kräfte zu überwinden, mit denen die entgegengesetzt geladenen Ionen in den nach aussen neutral erscheinenden Molekeln zusammengehalten werden. Da im Allgemeinen der rein physikalische Vorgang der Lösung eines Elektrolyten unter Abkühlung erfolgt, so ist es wahrscheinlich, dass diese Energiebindung bei der Dissociierungsarbeit wesentlich in Betracht kommt. Werden doch bei der Lösung von 1 g-Mol. Kalisalpeter (101 g) 8500 g-cal. gebunden, die einer Arbeit von 3600 kgm entsprechen. Worin aber des näheren der Mechanismus der Dissociation besteht, ist noch nicht ergründet. Immerhin ist zu hoffen, dass mit der weiteren Entwicklung der Energielehre auch dieses Problem gelöst wird.

Ausser dem Wasser sind zwar noch einige andere Flüssigkeiten, namentlich

solche, deren Molekeln, wie die der Alkohole, Hydroxylgruppen enthalten, imstande, eine Dissociation der Elektrolyte bei der Lösung zu bewirken. Das Wasser aber ist ihnen allen mit Bezug auf das Dissociierungsvermögen weit voraus, und auf diese sowie auf seine sonstigen exceptionellen Eigenschaften ist die ausserordentlich wichtige Rolle zurückzuführen, die es im Haushalte der Natur spielt. Während die Lösung des Chlorwasserstoffs in Wasser ein vorzüglicher Leiter ist, wird die Stromleitung in einer Lösung des getrockneten Chlorwasserstoffs in Chloroform auch bei stärkeren Strömen völlig verhindert. Denu bringt man ein mit Platinelektroden versehenes, mit letzterer Lösung gefülltes U-Rohr nebst einem Galvanometer in den Stromkreis einer selbst aus 10 Accumulatoren bestehenden Batterie, so zeigt die Nadel nicht den geringsten Ausschlag.

Dass die Elektrolyte im geschmolzenen Zustand den Strom leiten, erscheint insofern begreiflich, als ein Teil der zum Schmelzen aufgewendeten Wärme die Dissociierungsarbeit leistet.

Dagegen ist noch eine andere Frage zu beantworten, woher denn die elektrischen Ladungen der Ionen stammen, welche als Bestandteile der Molekeln eines Elektrolyten gelten? Setzen sich doch die Ionen, wenn sie nicht selbst Elementaratome sind, aus solchen zusammen, und nimmt man doch von diesen an, dass sie im freien Zustand unelektrisch sind? Auch zur Lösung dieses Problems ist bereits der erste Schritt gethan, und zwar von OSTWALD (*Ztschr. für physikal. Chemie.* 11. (1893), S. 501), indem er die Ionisationswärme j der Elemente ermittelte, d. h. die Wärmemenge, die beim Übergang eines g -Atoms eines Elementes in den Ionenzustand frei oder gebunden wird. In aller Kürze möge hier auseinandergesetzt werden, auf welchem Wege er zu dem Werte von j für Kupfer gelangt. Geht ein Strom zwischen Kupferelektroden durch eine Kupfersulfatlösung, so wird das Kupfer der Anode in den Ionenzustand übergeführt. Hierbei wird pro g -Atom Cu die Wärmemenge $w = 10200$ cal. frei, welche indirekt aus der Änderung ermittelt wird, die der Potentialunterschied zwischen einer Kupferelektrode und einer Kupfersulfatlösung mit der Temperatur erfährt. Da ferner dieser Potentialunterschied für eine normale Kupfersulfatlösung nach den mittels eines Kapillarelektrometers vorgenommenen Messungen $-0,60$ Volt beträgt, wobei das Potential des Metalls $= 0$ gesetzt ist, so wird für 1 g -Atom Kupfer die Energiemenge $E = 2 \cdot 96540 \cdot 0,60$ Volt-Coulomb $= 27700$ cal. frei. Nun aber muss $w = E + j$ sein, mithin ist $j = 10200 - 27700 = -17500$ cal., d. h. also: 17500 cal. werden bei dem Ionisierungsvorgang eines Kupferatoms gebunden, so dass das Cu -ion um diese Energiemenge reicher ist als das neutrale Kupferatom. Sehr leicht ist ferner aus dem Werte j für Kupfer derjenige für Zink zu finden. Aus der thermochemischen Gleichung: $Zn + Cu SO_4 = Zn SO_4 + Cu + 50100$ cal. folgt, dass 50100 cal. frei werden, wenn 1 g -Ion Kupfer seinen Ionenzustand aufgibt, und dafür 1 g -Atom Zink ionisiert wird. Da nun hierbei für 1 Cu -ion 17500 cal. frei werden müssen, so giebt 1 g -Atom Zink, indem es Ion wird, $50100 - 17500 = 32600$ cal. ab. Daher ist 1 g -Ion Zink um diese Energiemenge ärmer als 1 g -Atom neutralen metallischen Zinks. Bezeichnet man nach OSTWALD je ein positives Elektrizitätsquantum eines Kations durch einen Punkt (\cdot), je ein negatives eines Anions durch einen Strich ($'$), so lassen sich die Ionisierungsvorgänge durch thermochemische Gleichungen ausdrücken, wie z. B. $Cu = Cu^{\cdot} - 17500$ cal., $Zn = Zn^{\cdot} + 32600$ cal., $Cl = Cl' + 40100$ cal. Sowie man den Wert von j für Zink aus der Ionisierungswärme des Kupfers und einer thermochemischen Reaktionsgleichung erhalten kann, lassen sich auch die

übrigen Ionisierungswärmen bestimmen. Diese Werte sind von besonderem Interesse. Daher mögen die OSTWALDSCHEN, auf eine Valenzmenge sich beziehenden Zahlen hier folgen: $K = +61000$, $Al = +39200$, $Zn = 16300$, Fe (Ferroion) $= +10000$, $Pb = -500$, $H = -800$, $Cu = -8800$, $Ag = -26200$. Wenn auch diese Daten wegen der Schwierigkeit der Bestimmung von w und E nicht absolut sicher sind, so geht doch aus ihnen hervor, dass die Ionisierung eines Atoms bald mit einer Abgabe, bald mit einer Aufnahme von Energie verknüpft ist, und dass im Ionenzustand diejenigen Elemente energieärmer sind, welche eine höhere chemische Aktivität zeigen, während den chemisch trägeren Elementen von aussen Energie zuzufügen ist, wenn sie Ionen werden sollen. Umgekehrt wird die Neutralisierung der Ionen jener Elemente nur mit Aufwendung grösserer Energiemengen möglich sein, wohingegen die Ionen der letzteren Elemente sich mit Leichtigkeit abscheiden. Besonders aber ist hervorzuheben, dass die Ausstattung der Atome mit elektrischen Ladungen nicht notwendig einen Energieverbrauch bedingt. Allgemein lässt sich nur sagen, dass bei der Ionisierung die einem Atom innewohnende Energie eine Umformung erleidet. Während ein Teil in elektrische übergeht, kann ein anderer Teil nach aussen abgegeben werden, oder es wird von aussen noch Energie aufgenommen. Je nach dem chemischen Charakter des Elementes ist also seine Gesamtenergie in der Ionenform grösser oder geringer.

Der neuen Theorie der elektrolytischen Dissociation ist es anfangs nicht leicht gewesen, sich zu behaupten, und wenn auch dank der eifrigen Arbeit ihrer Vertreter die Zahl der Anhänger sehr schnell zugenommen hat, so giebt es doch noch Physiker und Chemiker, welche sich nicht dazu entschliessen können, die Existenz freier, mit elektrischen Ladungen behafteter Teilmolekeln anzuerkennen. In betreff der Wirkungsweise des elektrolysierenden Stromes stehen jene Physiker zumeist noch immer auf dem Boden der alten, aus dem Jahre 1805 stammenden GROTHUSSCHEN Theorie. Diese nahm an, die Arbeit des Stromes bei der Elektrolyse bestünde darin, die als solche in der Lösung befindlichen Molekeln des Elektrolyten in Reihen zu ordnen und an den Elektroden die Ionen aus dem Verband der Molekeln zu trennen. Man glaubte so erklärt zu haben, wie die elektrische Energie in chemische übergehe. Gegen diese Ansicht wendete CLAUSIUS schon 1857 (*Mechanische Behandlung der Elektrizität 1879, Abschnitt VI*) ein, dass sich die Lösung eines Elektrolyten erst dann als Leiter verhalten dürfte, wenn die Stromenergie denjenigen Grad erreicht hätte, der zur Zerlegung der Molekeln erforderlich wäre, und dass von diesem Moment an, der sich durch einen plötzlich erfolgenden Ausschlag eines eingeschalteten Galvanometers hätte erkennen lassen sollen, sehr viele Molekeln mit einem Male zersetzt werden müssten. Thatsächlich aber vermag schon ein Strom von minimaler Stärke elektrolytisch zu wirken, wofern nur die an den Elektroden herrschende Spannung die im Allgemeinen geringe elektromotorische Gegenkraft, die von dem Material der Elektroden, sowie von dem Charakter der Ionen abhängt, welche mehr oder weniger leicht ihre Ladungen abgeben, eben noch überwindet. Ist diese Bedingung erfüllt, so beginnt die Galvanometernadel auszuerschlagen. Der Ausschlag wächst ganz allmählich, sowie die elektromotorische Kraft des Stromes zunimmt, und da infolge dessen die Strommenge, welche die Lösung passiert, grösser wird, so wird nach dem FARADAYSCHEN Gesetz die Quantität der abgeschiedenen Ionen vermehrt. Die Erfahrung lehrt also, dass die Leiter zweiter Ordnung dem OHMSCHEN Gesetz vollkommen genügen, was auf Grund der GROTHUSSCHEN Theorie nicht der Fall sein könnte.

Wenn wirklich die Stromenergie zur Spaltung der Molekeln des Elektrolyten aufgewendet würde, so müssten ferner gerade diejenigen Elektrolyten ein grösseres Leitungsvermögen zeigen, deren Ionen im chemischen Sinne durch eine schwache Verwandtschaft zusammengehalten werden. Die Erfahrung widerspricht auch dieser Folgerung, denn eine Lösung von Quecksilberchlorid leitet weit schlechter als eine solche von Kaliumchlorid, und bei der Elektrolyse des Kaliumsilbercyanids geht gerade das Kalium, das doch fester gebunden sein müsste, an die Kathode, während das Silber an die Anode wandert. Gegenüber der älteren Theorie ist die Dissociationstheorie von jenen Einwänden frei; sie trägt, wie oben erörtert, den Thatsachen der Elektrolyse in ausreichender Weise Rechnung und darf daher als ein Ersatz für jene gelten.

Den Chemikern aber, welche die Existenz der freien Ionen leugnen, weil sich dieselben chemisch anders verhalten als die neutralen Atome, ist entgegenzuhalten, dass die Ionen, wie oben erörtert worden ist, einen anderen Energieinhalt besitzen als die Elemente im freien Zustand und daher andere Qualitäten aufweisen müssen als jene. Wenn in einer Lösung von Kaliumchlorid das K auf das Wasser nicht reagiert, also aus demselben keinen Wasserstoff abspaltet, wenn ferner das Cl geruchlos ist, so liegt dies entweder daran, dass die chemische Energie der Ionen von der der freien Elemente dem Grade nach verschieden ist, oder daran, dass jene infolge der elektrischen Ladungen ihren Energieinhalt chemisch nicht wie sonst äussern. Gewöhnliches Zink löst sich in Salzsäure auf, nicht aber, wenn man es negativ ladet. Erklärt man doch auch die verschiedene Reaktionsfähigkeit der allotropischen Modifikationen der Elemente, wie des Phosphors, Sauerstoffs, Kohlenstoffs u. s. w., durch die wohl begründete Annahme eines verschiedenen Energieinhaltes!

Weit entfernt, den Thatsachen der Chemie zu widersprechen, ist vielmehr die Dissociationstheorie imstande, sehr viele, bisher noch rätselhafte chemische Vorgänge begreiflich zu machen. Dass die Metalle aus den Mineralsäuren leicht Wasserstoff in Freiheit setzen, während sie gegen Kohlenwasserstoffe indifferent sind, dass sich ferner die Hydroxylgruppen der Ätzalkalien bei der Einwirkung auf die Salze der Schwermetalle leicht abspalten, wohingegen diese Gruppen aus den Alkoholen auf diese Weise nicht verdrängt werden, liesse sich nicht einsehen, wenn in den Molekeln jener Säuren und Basen ein festerer Zusammenhang vorausgesetzt würde als in den organischen Körpern. Die hohe Reaktionsfähigkeit derjenigen anorganischen Verbindungen, welche Elektrolyte sind, die Geschwindigkeit, mit welcher ihre Wirkungen eintreten, gegenüber der Langsamkeit, mit welcher die Nichtelektrolyte, namentlich die Kohlenstoffverbindungen, reagieren, wird erst durch die Dissociationstheorie verständlich (*Ostwald, Ztschr. für physikal. Chemie* 2 (1888), S. 270). In gelöster Form sind gerade diejenigen Stoffe die chemisch aktivsten, in deren Molekeln die Bestandteile dissociiert sind; und von dieser Thatsache macht nicht allein die analytische, sondern auch die synthetische Chemie, besonders die der Kohlenstoffverbindungen, die ausgedehnteste Anwendung. Auch die Endresultate, denen die chemischen Prozesse unter der Mitwirkung der Elektrolyte zustreben, sind nach der Dissociationstheorie von vornherein ersichtlich. Denn die Massenteilchen tauschen sich Ion für Ion aus, und dies um so schneller, je grösser die Beweglichkeit der Ionen, und je vollkommener die Dissociation vorgeschritten ist. Der OSTWALDSche Dissociationskoeffizient α gewinnt daher um so mehr an Bedeutung, als er zugleich der Aktivitätskoeffizient

bei chemischen Reaktionen ist und den Weg angiebt, wie man zu einer Bestimmung der chemischen Affinität gelangen kann.

Es leuchtet ferner ein, dass die Reagentien, welche die Erkennung eines Elementes gestatten, wenn es sich im Ionenzustand befindet, nicht mehr verwendbar sind, sobald es mit andern Elementen ein zusammengesetztes Ion bildet. So ist in dem ClO_3 des Kaliumchlorats das Chlor nicht mehr durch Silbersalzlösungen nachweisbar. Wenn ferner das Eisenatom in den Kaliumsalzen der Ferro- und Ferricyanwasserstoffsäure durch Schwefelammonium, das Kupfer aus seinen Salzen bei Gegenwart von Weinsäure durch Natronlauge nicht gefällt wird, so ist der Grund hierfür der, dass in jenen Fällen die Metalle Eisen und Kupfer nicht mehr selbständige Ionen, sondern Bestandteile complexer Ionen sind, also die Bedingungen für normale Reaktionen nicht erfüllen. Im Zusammenhang hiermit steht die schärfere Begrenzung der Begriffe: Doppelsalz und Salz einer complexen Säure. Aus der Lösung des ersteren scheiden sich bei der Elektrolyse beide Metalle als Kationen ab, während das Metall eines complexen Anions mit diesem an die Anode wandert.

Ferner sei noch darauf hingewiesen, dass auch die Thermoneutralität, die man beim Vermischen solcher Salzlösungen beobachtet, welche keine Niederschläge geben ($KCl + NaNO_3$, $AgNO_3 + CuSO_4$), sowie die Erscheinung der gleichen Neutralisationswärme durch die Ionentheorie erklärt wird. Letztere Wärmemenge, welche bei der Neutralisation einer löslichen Säure und einer löslichen Base zu löslichem Salz frei wird, rührt ausschliesslich von der Verbindung der H der Säuren und der OH der Basen her und muss daher von dem Anion der Säuren und dem Metall der Basen unabhängig sein, also auch immer denselben Wert $H + OH = H_2O + 13700 \text{ cal. bei } 20^\circ$ (ARRHENIUS, *Ztschr. f. physikal. Chemie* 4 (1889), S. 96) haben, falls nicht infolge unvollkommener Dissociation sonstige Energieänderungen eintreten.

Wenn endlich die Verseifung der Ester gleich schnell erfolgt, welche Base oder welche Säure man auch einwirken lässt, so setzt dies das Vorhandensein freier OH bzw. H , mithin eine Dissociation der Basis- bzw. Säuremolekeln voraus.

Zum direkten Nachweis der Existenz freier Ionen führt OSTWALD (*Ztschr. für physikal. Chemie* 2 (1888), S. 271 und 3 (1889), S. 120) einige Versuche an, von denen mir nur einer, und zwar in der folgenden Anordnung, für den Unterricht passend erscheint. An die Enden eines 40 cm langen und 1 cm weiten Glasrohres ist rechtwinkelig zu demselben je ein Rohr von der Grösse eines Reagenzglases angeschmolzen. Das eine ist mit einem Pfropfen dicht verschlossen, in dessen Durchbohrung ein Stab chemisch reinen, amalgamierten Zinks steckt. Dem andern Rohr, in dessen unterem Ende ein Stück Platindraht eingeschmolzen ist, wird, nachdem das Ganze mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt ist, ein Pfropfen aufgesetzt, der ein zweimal rechtwinklig gebogenes, mit einer blauen Flüssigkeit gefülltes Manometerrohr trägt. Wird nun der Zinkstab mit dem Anoden-, der Platindraht mit dem Kathodenpol einer fünfzelligen Accumulatorenatterie verbunden, so tritt am Platindraht sofort Wasserstoff auf und bewirkt, dass die Flüssigkeit im Manometerrohr steigt. Würde nun der Strom die Molekeln der Schwefelsäure erst zu zerlegen haben, so müssten die beiden Wasserstoffatome, denen das SO_4 -radical vom Zink entzogen wäre, durch das horizontale, 40 cm lange Rohr zur Platinkathode wandern. Hierzu wäre aber, wie einer der früheren Versuche lehrte, eine Zeit von mehreren Stunden erforderlich. Da aber der Wasserstoff thatsächlich gleich im Momente des Stromschlusses an der Kathode

sichtbar wird, so müssen in der Nähe derselben freie Wasserstoffionen schon vorhanden gewesen sein, und diese werden nach der Neutralisierung ihrer Ladungen in Gasform entbunden.

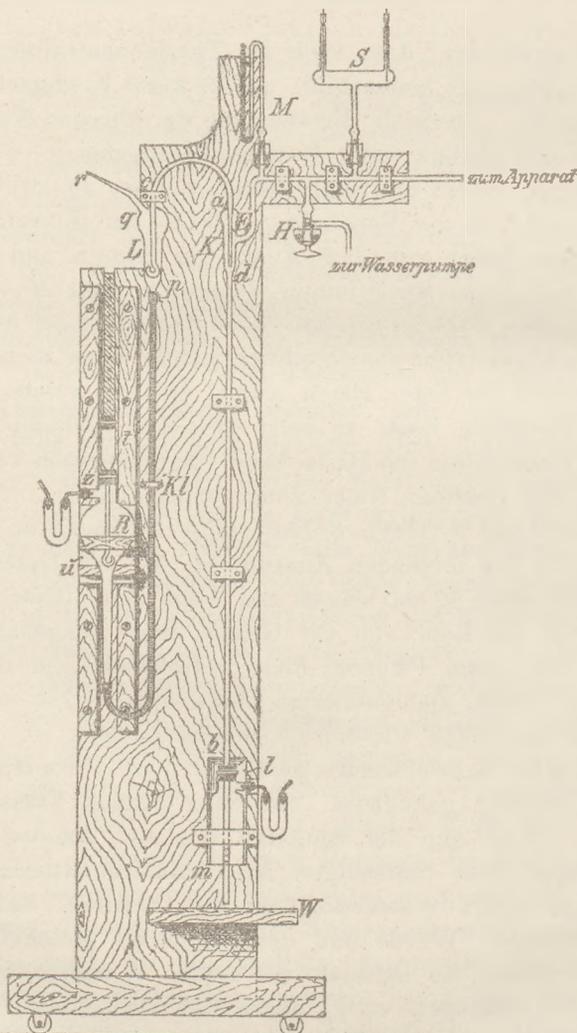
So erscheint die Dissociationstheorie nicht nur gegen alle jene Einwände gerechtfertigt, sondern sie wird auch zur Erklärung mancherlei Vorgänge gefordert. Noch prägnanter aber wird ihre Richtigkeit durch Erscheinungen bewiesen, die einem Gebiete angehören, welches mit der Elektrolyse direkt nichts zu thun hat. Hiervon soll im nächsten Aufsatz die Rede sein, der von der VAN 'T HOFFSchen Theorie der Lösungen handeln wird.

Handquecksilberluftpumpe nach dem Sprengelschen Princip.

Von

Georg W. A. Kahlbaum in Basel.

Seit einer Reihe von Jahren (1888) schon bediene ich mich für gewisse Zwecke, bei denen es sich um das Evacuieren kleinerer, vollkommen geschlossener



Räume, bis auf recht weit gehende Verdünnungen handelt, einer sehr einfachen kleinen Pumpe meiner Konstruktion, die mancherlei Vorteile bietet, und zu mancherlei Versuchen besonders geeignet, in nachfolgendem beschrieben sei.

Die Pumpe beruht auf dem SPRENGELSchen Princip, nach dem durch fallendes Quecksilber die Luft mitgerissen, und dadurch ein Raum evacuirt wird. In dem wenig erweiterten Teil *K* des Fallrohres *ab* mündet bei *a* das Quecksilberzuleitungsrohr *cd* dem von *a* bis *d* ein engeres Rohr vorgeschmolzen ist, dessen Durchmesser so gewählt ist, dass er im Lichten um ein Weniges geringer als der des Fallrohres *ab* ist. Von *K* zweigt sich bei *E* ein doppelt rechtwinklig gebogenes Rohr *ab*, das zum Apparat führt und auf zwei, der von mir angegebenen Normalschliffen¹⁾, ein Manometer *M* und ein, als Vacuumprüfer dienendes GEISLERSches Rohr *S* trägt. Nach unten gerichtet zweigt sich noch

ein Hahn *H*, meiner Konstruktion¹⁾ ab, der jedoch nur in Verwendung tritt, wenn

1) Vgl. KAHLBAUM, *Schliffe und Hähne*, *Zeitschrift für Instrumentenkunde* 1894, S. 31, sowie diese Zeitschrift S. 37 des vorliegenden Heftes.

eine kleine Wasserluftpumpe zum Vorpumpen zur Verfügung steht²⁾. Das Fallrohr *ab* mündet bis dicht über den Boden einer kleinen Vorlegeflasche *lm*, die ein nach unten verlängertes, rechtwinklig gebogenes Ausflussrohr trägt. Dem Quecksilberzufussrohr *cd* ist bei *c* ein Luftfang *L*, angeschmolzen, der an seinem obern erweiterten Teile ein engeres Rohr *qr*, das bei *r* zur Capillare ausgezogen ist trägt. Von *p* aus ist der Luftfang durch einen dickwandigen Kautschukschlauch mit dem Quecksilberreservoir *R* verbunden, das durch den seitlichen Tubus *z* über ein Chlorcalciumrohr mit der äusseren Luft in Verbindung steht, während es an seinem obern Hals durch ein, nach unten verlängertes, am untern Ende hakenförmig umgebogenes Trichterrohr *tu* verschlossen ist. Die ganze, aus einem Stück Glas bestehende Pumpe ist auf einem leicht beweglichen Holzgestell befestigt; *R* ruht auf einem verschiebbaren Schlitten.

Soll die Pumpe, nachdem sie, was von grösster Wichtigkeit, vorher auf das sorgfältigste getrocknet wurde, in Betrieb gesetzt werden, so wird folgendermassen vorgegangen. In der Vorlegeflasche *lm* befindet sich so viel Quecksilber, dass das Fallrohr genügend weit unter dasselbe taucht, um sich bei vermindertem Luftdruck, bis zu Barometerhöhe mit Quecksilber anzufüllen. Sollte vielleicht beim Zusammensetzen des Apparates übersehen sein, Quecksilber in die Vorlegeflasche zu füllen, so kann das nachträglich durch den seitlichen Stutzen von *lm* mit Hilfe eines gebogenen Trichters leicht geschehen.

Ist das Fallrohr durch das Quecksilber in der Vorlegeflasche geschlossen und ebenso der Hahn *H*, so wird die Capillare *qr* bei *r* durch einen Feilenstrich geöffnet und das mit Quecksilber gefüllte Reservoir *R* freihändig soweit gehoben, dass durch *r* alle Luft aus dem Luftfang austritt. Die Klemme *Kl* um den Kautschukschlauch wird geschlossen, das Reservoir auf den Schlitten gesetzt und die Capillare bei *R* zugeschmolzen. Vorausgesetzt, dass eine Wasserluftpumpe zur Verfügung steht, wird nunmehr *H* mit dieser verbunden, doch ist darauf Bedacht zu nehmen, dass, um den Apparat vor eindringenden Wasserdämpfen zu schützen, der Wasserpumpe noch ein Trockenapparat vorgelegt wird. Die Wasserluftpumpe wird in Betrieb gesetzt, Hahn *H* geöffnet und mit der Wasserpumpe bis zur Wirkungsgrenze derselben evacuirt. Ist keine Wasserluftpumpe zur Hand, so bleibt Hahn *H* geschlossen, Reservoir *R* soweit gehoben, dass das Niveau des Quecksilbers in demselben über der Biegungsstelle des Zufussrohres *ca* steht. Der Schlitten möglichst hoch gestellt, eine der beiden Übergussflaschen auf die Wippe *W* unter *lm* gesetzt und die Klemme *Kl* geöffnet. Ist alles Quecksilber bis auf einen, noch im Reservoir sichtbaren Rest abgelaufen, so wird die Klemme geschlossen, eine zweite Flasche unter *lm* gesetzt und das Quecksilber durch *tu* in das Reservoir gegossen. In allen Fällen, wenn es sich nicht um gar zu grosse Apparate handelt, wird es nun genügen, einfach die Klemme zu öffnen. Die Verdünnung wird soweit vorgeschritten sein, dass das Quecksilber durch den Luftdruck allein zum Überfließen gebracht wird. Bei Apparaten mit einem Inhalt bis etwa 500 cm³ genügt es, das Quecksilber etwa dreimal umzuschütten, um eine Verdünnung bis auf 10 mm, der Wirkungsgrenze einer gut arbeitenden Wasserluftpumpe, zu erreichen.

Soll nun das eigentliche Evacuieren beginnen, so wird das Reservoir mit dem Schlitten bis auf die, am Gestell markierte Stelle herabgelassen, die sich etwa 600 mm unter der Biegungsstelle des Zufussrohres befindet. Auf der Wippe *W*

²⁾ Solche kleinen Wasserpumpen liefert in vorzüglich wirkender Konstruktion zum Preise von 1 Mark, CARL KRAMER, Freiburg i. B.

unter *lm* befindet sich die eine leere Übergussflasche. Das auf der Rückseite des Gestelles an der Wippe befindliche Laufgewicht ist so eingestellt, dass es der mit Quecksilber gefüllten Übergussflasche das Gleichgewicht hält. Die Klemme wird geöffnet, das Quecksilber strömt durch *ad* in das Fallrohr und gelangt über *lm* in das untergestellte Gefäss. Ist dasselbe fast mit Quecksilber gefüllt, so ergreift die rechte Hand des vor dem Apparat Sitzenden dieses, die linke Hand drückt mit der zweiten leeren Flasche leicht auf die Wippe und ohne dass ein Tropfen Quecksilber verloren geht, wird der Wechsel der Gefässe vollzogen, und ohne dass der Platz verlassen wird, wird das übergelaufene Quecksilber in das Reservoir geschüttet. Die Pumpe arbeitet während dessen ununterbrochen weiter.

Apparate von 300 cm³ Inhalt werden als Minimalleistung jeder Pumpe, auf diese Weise in noch nicht 5 Minuten bis auf 0,5 mm Druck evacuirt. In 15 Minuten bis auf 0,001 mm. Der höchste mit dieser Pumpe mit nur einem Luftfang erreichte Verdünnungsgrad betrug, mit dem Mc. LEODSchen Volumometer bestimmt, 0,000015 mm = $\frac{1}{60}$ Millionstel Atmosphäre. Um solche Verdünnungen zu erreichen, wie die letztgenannte, ist natürlich unbedingte Voraussetzung absolute Trockenheit des ganzen Apparates, die nur erzielt werden kann, wenn zwischen Apparat und Pumpe noch ein Gefäss mit Phosphorsäure-Anhydrit eingeschoben wird.

Der Vorgang des Auspendens, der sich in der Beschreibung etwas verzwickelt ausnimmt, bietet bei der Ausführung keinerlei Schwierigkeiten, ist vielmehr, wie das langjährige Erfahrung mit Pumpen der verschiedensten Systeme gelehrt hat, der bei weitem einfachste von allen. An weiteren Vorteilen bietet die Pumpe noch folgende. Sie ist einmal klein und handlich und äusserst wenig zerbrechlich; sie ist leicht und gefahrlos zu reinigen, sie erlaubt ein bei weitem schnelleres Arbeiten als jede Pumpe irgend welcher andern Construction und ist zudem bei einem Preise von nur 110 Mark auf dem Gestell, und einschliesslich des GEISSLERSchen Rohres, des Manometers sowie der anderen Hilfsapparate, erheblich billiger als jede sonstige Pumpe, wozu sich noch, da zum Arbeiten nur 7 kg Quecksilber genügen, eine erhebliche Ersparnis an diesem wertvollen Metall gesellt. Alle diese Vorteile machen sie für den Gebrauch in Schulen besonders wertvoll.

Da die Pumpe continuierlich arbeitet, so bietet das, als Vacuumprüfer angebrachte GEISSLERSche Rohr Gelegenheit, in besonders hübschem Vorlesungsversuche zu zeigen, in welcher Weise die Form der electricischen Entladung bei fortschreitender Verdünnung, bis zur gelben Fluorescenz des Glases und endlichem Verschwinden auch dieser, stetig sich ändert.

Mit der Herstellung der Pumpe ist von mir Herr CARL KRAMER in Freiburg i. B. beauftragt worden. Da es auf ein sehr genaues Innehalten der, als die günstigsten erprobten Grössenverhältnisse ankommt, so wird ein jedes Exemplar in meinem Laboratorium auf die oben angeführte Minimalleistung geprüft.¹⁾

¹⁾ Selbstthätige Pumpen der gleichen Art sind von mir, für chemische Zwecke in den *Ber. der deutsch. chem. Gesellsch.* Bd. 27, 1894, S. 1386, für physikalischen Gebrauch in *Wiedemanns Annal.* Bd. 53, 1894, S. 199 beschrieben worden.

Versuche aus der Hydromechanik.

Von

Hans Hartl in Reichenberg (Deutschböhmen).

Im Nachfolgenden erlaube ich mir, einige nicht unzweckmässige Abänderungen bekannter Versuche aus dem Gebiete der Hydromechanik anzugeben.

Um den „Aufdruck“ zu zeigen, legt man auf den Boden eines cylindrischen Glasgefässes G (Fig. 1) eine ebene Glasplatte P , an deren untere Seite man allenfalls 3 Korkstückchen ankittet, um deutlich zu zeigen, dass sich unter der Platte stets Flüssigkeit befindet. Sodann nimmt man eine in einen Glas-trichter T auslaufende Glasröhre R . Der Rand des Trichters ist abgeschliffen und sitzt ziemlich dicht, jedoch nicht vollkommen wasserdicht auf der Platte P auf. Der Trichter wird nun auf die Glasplatte aufgesetzt und sodann Luft durch die Glasröhre eingeblasen. Dadurch wird das Wasser aus dem Innern der Röhre und des Trichters hinausgetrieben, und es tritt auch Luft zwischen T und P aus. Sobald dies geschieht, hört man zu blasen auf. Sofort werden Trichter und Platte durch den einseitigen Wasserdruck gehoben und fest an einander gehalten. Die Hebung erfolgt so weit, bis das Gewicht der verdrängten Wassermasse gleich ist dem Gewichte des ganzen Körpers RTP . Tritt nun durch die Fugen zwischen T und P Wasser in T ein, so vermehrt sich das letztgenannte Gewicht, und der Körper sinkt, während die Platte P noch immer an T angepresst wird. Erst wenn die Flüssigkeit in der Röhre R nahezu die Höhe des äusseren Niveaus erreicht hat, fällt die Platte ab, ein Zeichen, dass der Aufdruck ebenso gross ist, wie der derselben Fläche und derselben Druckhöhe entsprechende Bodendruck. Will man zeigen, dass der eben angegebene Verlauf des Versuches an die Gleichheit des Luftdruckes auf das äussere und innere Niveau gebunden ist, so kann man während des Ansteigens des Wassers in T die obere Mündung von R mit dem Daumen zuhalten; die Platte P fällt ab, da die mit dem Eindringen des Wassers verbundene Zunahme des inneren Luftdruckes die Differenz des äusseren und inneren Wasserdruckes ausgleicht. Ebenso kann man zeigen, dass, wenn man die Luft im Innern von R durch Saugen verdünnt, die Platte P erst dann abfällt, wenn die Flüssigkeit in R um eine der Luftdruckdifferenz entsprechende Höhe über dem äusseren Niveau steht. Man zeigt dies am besten, indem man sofort nach dem Ausblasen der Luft den Trichter mit der Glasplatte so weit hebt, dass das innere Niveau etwa 1 cm unter dem äusseren steht, und dann durch Saugen das innere Niveau hebt. — Während des nach dem Ausblasen der Luft eintretenden Aufsteigens des Körpers wird man der Röhre R entweder durch eine aus Draht gebogene an dem Rande des Gefässes G angeklebte Vorrichtung d (Fig. 1) oder zwischen den zusammen gebogenen Fingern der rechten Hand eine Führung geben. Selbstverständlich kann man auch einen gewöhnlichen Glas-trichter mit einer Glasröhre durch ein Stückchen starken Kautschukschlauch, oder auch einen Trichter bloß mit einem längeren Kautschukschlauch verbinden und damit den Versuch durchführen.

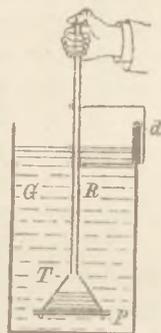


Fig. 1.

Der eben angeführte Versuch leidet, ebenso wie der bekannte Versuch mit dem Cylinder (Frick, Fig. 165), dem er nachgebildet ist, an einem kleinen theoretischen Fehler. Wenn nämlich r den inneren Halbmesser der Trichteröffnung, R den Halbmesser, d die Dicke und s die Dichte der Platte P bedeutet, so fällt diese bereits ab, wenn das Niveau in R noch um den Betrag δ niedriger ist als das äussere Niveau, wobei $\delta = d R^2 / r^2 (s - 1)$ ist. Dieser Fehler würde erst verschwinden, wenn $s = 1$ wäre; dann würde aber die Platte nicht abfallen, sondern schweben bleiben. Man kann durch die folgende Anordnung diesen Fehler auf ein Minimum bringen und zugleich den Versuch so durchführen, dass das eingetretene Gleichgewicht zwischen innerem und äusserem Druck beliebig lange erhalten bleibt. Hierzu dient eine Glasröhre R (Fig. 2), welche an dem einen Ende in eine glockenförmige Erweiterung G mündet. Der Rand derselben ist genau eben geschliffen und über denselben eine Membrane M gespannt, durch welche G dicht abgeschlossen ist. Mittelst eines Spritz-

fläschchens wird das Gefäß G mit gefärbtem Wasser, etwa bis zur Marke m gefüllt. Die Membrane wird dabei durch den hydrostatischen Druck ausgebaucht. Nun setzt man das Gefäß mit der Membrane auf eine eben geschliffene Glasplatte und drückt G fest an, so dass sich die Membrane vollkommen eben richten muss. Die gefärbte Flüssigkeit steigt in der Röhre R bis n , welchen Punkt man durch einen (von einem Schlauche abgeschnittenen) Gummiring markiert. Jedesmal, wenn das gefärbte Wasser diese Marke n erreicht, ist die Membrane M eben gespannt. Nun hebt man RG wieder ab (das Wasser sinkt bis m) und taucht es in das Wasser des Gefässes A . Die Membrane wird durch den Auftrieb von aussen gedrückt und das gefärbte Wasser steigt daher gegen die Marke n , welche dann erreicht wird, wenn die Membrane eben gespannt, d. h. wenn der Auftrieb dem inneren hydrostatischen Drucke gleich wird. Dies geschieht genau dann, wenn das äussere und das innere Niveau zusammenfallen. Taucht man noch tiefer ein, so sinkt das innere Niveau unter das äussere, übersteigt jedoch die Marke n , ein Zeichen, dass die Membrane nach innen eingebogen wird, da dem Auftriebe jetzt einer grösseren Druckhöhe entspricht als der innere



Fig. 2.

Bodendruck. Dieser Versuch gestattet also nicht nur das eingetretene Gleichgewicht, sondern auch das jeweilige Verhältnis zwischen dem äusseren und inneren Drucke gegen die Membrane durch die Stellung des inneren Niveaus gegen die Marke n anzugeben. Ist dieses Niveau über, unter oder in der Höhe von n , so ist die Membrane eingebogen, ausgebogen oder eben, d. h. der äussere Druck (Auftrieb) ist grösser, kleiner oder gleich dem inneren (Boden-) Druck.

Mittels der beschriebenen Vorrichtung und einer Tafelwage kann auch die Formel $P = f \cdot h \cdot s$ für den hydrostatischen Druck bestätigt werden. Man legt auf die eine Wagschale die ebene Glasplatte, mittels welcher man vorher die Marke n bestimmt hat und tariert dieselbe aus. Nun legt man zu der Tara noch so viele Gewichte, als der Ausdruck $P = f \cdot h \cdot s$ angiebt, in welchem f die Fläche der eben gespannten Membrane und h die Höhe der Marke n über derselben bedeutet. Auf die ebene Glasplatte setzt man nun die Membrane auf und drückt das Gefäß G nach abwärts, bis die Wage Gleichgewicht zeigt. Dann wird auch das gefärbte Wasser bei n stehen. Dies deutet an, dass die Membrane eben gespannt ist, d. h. dass der gegen sie ausgeübte Bodendruck durch den auf die Glastafel übertragenen Druck der Gewichte P ausgeglichen, dass also der Bodendruck wirklich $= P = f \cdot h \cdot s$ sei. — In Verfolgung des vorstehenden Versuches kam mir der Gedanke, den Pellat'schen Bodendruck-Apparat, bei welchem der Boden durch eine Membrane abgeschlossen ist, mit einer ungleicharmigen Wage zu verbinden, deren längerer Arm geteilt ist und ein Läufergewicht trägt, während der kürzere Arm durch eine Metallplatte gebildet wird, die durch das Läufergewicht gegen die Membrane gedrückt wird. Erst nachträglich fand ich bei Durchsicht der *Zeitschr. zur Fördg. d. phys. U. 1884*, dass bereits Prof. Dr. G. Krebs dasselbe Prinzip zur Construction eines Bodendruckapparates benutzt hat.

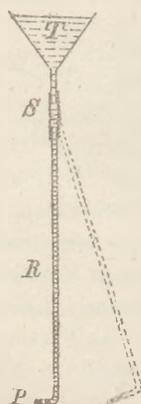


Fig. 3.

Zum Schlusse erlaube ich mir noch einen einfachen Versuch zum Nachweise des Reactionsdruckes strömender Flüssigkeiten anzugeben. Ein durch ein Stativ gehaltener grosser Glastrichter T (Fig. 3) wird durch einen recht schmiegsamen Schlauch s mit einer dünnwandigen Glasröhre R verbunden, deren unteres Ende rechtwinklig umgebogen ist. Man füllt die Vorrichtung zuerst mit Wasser, verschliesst aber die Mündung der Röhre R durch einen kleinen Korkpfropfen p . Die Röhre R wird dann nahezu vertikal herabhängend. Sobald man aber den Pfropfen entfernt, strömt die Flüssigkeit aus, und der Reactionsdruck derselben treibt die Röhre in eine stark schräge Stellung, welche constant bleibt, so lange man durch Zufüllen von Wasser in den Trichter das Niveau des Wassers in gleicher Höhe erhält.

Kleine Mitteilungen.

Versuche zum Nachweis des Satzes, dass die Bewegungsgrösse denselben Wert hat wie der Kraftantrieb.

Von F. Niemöller in Osnabrück.

Obgleich obiger Satz in einigen weit verbreiteten Lehrbüchern der Physik, z. B. den von Koppe und Jochmann, nicht ausdrücklich angeführt ist,¹⁾ so dürfte es doch zweifellos sein, dass er in das Unterrichtspensum höherer Lehranstalten gehört, weil er für die Lehre vom Stoss fester Körper und für die Herleitung der Grundgleichung der kinetischen Gastheorie unentbehrlich ist. Der folgende Versuch, welcher zur Bestätigung des Gesetzes dienen soll, wird deshalb auch im Gymnasialunterricht seine Stelle finden können.

Auf die rechte Wagschale einer gewöhnlichen Tafelwage stellt man einen hohen Glaszylinder (Einmachegefäss), bedeckt ihn mit einer starken Papptafel und stellt auf die Tafel ein kleines Kochgestell mit Glastrichter, über dessen Rohr ein kurzes Stück Kautschukschlauch geschoben ist. Der Schlauch muss durch eine in der Papptafel befindliche Öffnung in den Glaszylinder hineinragen. Ausserdem stellt man noch auf die Schale ein Gefäss mit etwa 1 kg Quecksilber und äquilibriert die Wage durch Belastung der linken Wagschale. Mit der rechten Hand drückt man darauf den Schlauch zusammen, giesst das Quecksilber aus dem Gefäss in den Trichter und setzt das Gefäss wieder auf die Schale. Mit der linken Hand hält man die gegenüberstehenden beiden Zungen der Wage fest.

Erster Versuch. Zieht man gleichzeitig beide Hände zurück, so dass das Quecksilber ausfliessen und die Wage frei schwingen kann, so sinkt zuerst die linke Schale, weil der Teil des Quecksilbers, welcher während des Fallens sich in der Luft befindet, keinen Druck auf die rechte Schale ausübt.

Zweiter Versuch. Lässt man zuerst den Schlauch los und giebt man die Zungen erst dann frei, wenn die ersten ausfliessenden Quecksilberteilchen auf den Boden des Cylinders aufschlagen, so bleibt die Wage in Ruhe.

Dritter Versuch. Verfährt man wie beim zweiten Versuch, so beobachtet man am Schluss ein durch die letzten fallenden Quecksilberteilchen bewirktes Sinken der rechten Wagschale.

Erklärung des zweiten Versuchs. Tritt ein Quecksilberteilchen vom Gewicht p aus dem Trichter in die Luft, so erleidet die linke Wagschale während der Fallzeit t dieses Teilchens den Kraftantrieb pt , während auf die rechte Wagschale die in diesem Teilchen durch die Schwerkraft erzeugte Bewegungsgrösse mv übertragen wird. Da die Wage im Gleichgewicht bleibt, so muss die Gleichung $pt = mv$ bestehen.

Zur Absorption des Natriumlichts durch Natriumdampf.

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

Der von Schellbach in dieser Zeitschr. II 82 angegebene Versuch kann dadurch noch ergänzt werden, dass man in die breite Bunsenflamme, welche Natriumlicht durch die mit Natriumdampf erfüllte Kugel sendet, gleichzeitig auch Lithium oder Thallium bringt. Die vorher durch das Gelb verdeckte Farbe eines dieser Metalle tritt dann rein hervor, sobald man die Absorptionskugel erwärmt.

Hinsichtlich der Herstellung der Absorptionskugel sei bemerkt, dass der an der angeführten Stelle vorgeschlagene Gummiverschluss nur vorübergehend dicht hält. Soll die Vorkehrung haltbar sein, so muss die Röhre zugeschmolzen werden. Um aber zu verhindern, dass die Kugel beim Erhitzen durch die Dehnung des eingeschlossenen Gases

¹⁾ Der Satz findet sich u. a. im *Grundriss der Physik von Mach* und dem neuerdings erschienenen *Lehrbuch der Physik von E. Hoppe*.

gesprengt wird, bläst man im Abstände von 5 cm drei 3 cm dicke Kugeln auf eine Röhre von 6 mm Weite. Man leitet längere Zeit trockenes Wasserstoffgas hindurch, bringt drei erbsengrosse Stückchen frisch umgeschmolzenes und auf eine Eisenplatte ausgegossenes Natrium hinein und zieht, während der Gasstrom fortläuft, das freie Rohrende vor der Glasbläserlampe aus und schmilzt es zu. Das andere Ende wird dann ebenfalls zugeschmolzen, aber ohne vom Zuführungsschlauch getrennt zu sein. Letzterer ist hinreichend lang, damit man das Rohr vor der Lampe frei bewegen kann. Nachher verteilt man durch Hin- und Herneigen die drei Natriumstückchen in die Kugeln und schmilzt sie durch schwaches Erwärmen an die Glaswand. Das so vorgerichtete Kugelrohr kann jahrelang immer wieder benutzt werden. Bei dem Versuche wird selbstverständlich jedesmal nur eine Kugel erhitzt, die anderen gestatten dem Gase genügende Expansion.

Für die Praxis.

Elasticität eines Brettes. Von K. Fuchs in Pancsova. Ein gewöhnliches Brett von etwa 1 m Länge wird an beiden Enden unterstützt. An jedem Ende befindet sich eine Säule von etwa 8 dm Höhe; man kann einfach zwei eiserne Stative auf die Enden des Brettes stellen. Die eine Säule trägt oben ein horizontales Brettchen. Auf dieses Brettchen legt man einen dünnen Cylinder, etwa ein Glasröhrchen, das mit einem Ende über das Brettchen vorragt und einen langen äquilibrirten Zeiger trägt. Ein meterlanger Stab liegt mit einem Ende auf dieser Welle, mit dem anderen Ende auf der zweiten Säule. Wenn man nun auf das grosse Brett ein ganz unbedeutendes Gewicht, etwa ein Zehngrammstück legt, so wird es concav, die Säulen neigen sich gegen einander, der Stab rollt die Welle und der Zeiger macht einen Ausschlag. Ich habe diese Vorrichtung oft mit Vorteil direkt als Wage benutzt in Fällen, wo man den drückenden Körper nicht gern auf eine schwankende Wage legt. Dass die Deformation des Brettes dem Drucke proportional ist, zeigt der Apparat sehr gut.

Drähte gerade zu richten. Von Friedrich C. G. Müller. Ein vollkommen gerades Drahtstück ist im Unterricht oftmals erwünscht, z. B. bei Improvisierung einer Drehwaage. Zur Erreichung dieses Ziels spannt man weichen, gut ausgeglühten Eisen- oder Messingdraht ein und zieht ihn mittels Zange oder Feilklupe bis nahe zur Bruchgrenze, also etwa um ein Fünftel länger. Hierdurch ist der Draht nicht bloß absolut gerade, sondern auch sehr steif und elastisch geworden. Für Drähte über 0,8 mm muss man einen Hebel benutzen. Um feinen Draht auszuglühen, wickelt man ihn dicht um ein centimeterdickes Eisenstäbchen und erhitzt dieses in einer böhmischen Röhre unter Durchleitung von Leuchtgas zur schwachen Rotglut.

Über eine einfache Vorrichtung für Torsionsschwingungen. Von Friedrich C. G. Müller. Man kittet die Enden eines nach vorstehender Mitteilung gerade gerichteten Drahts mit Siegelack in kurze Stückchen dickwandiges Capillarrohr (Thermometerrohr). Das eine Stäbchen steckt man mitten durch einen langen Weinkork, den man in einer Klemme oder sonstwie befestigt. Das untere wird mit hinreichender Reibung in die Bohrung eines kleinen Korks gesteckt, der mit dem schwingenden Systeme verkittet oder anderweitig fest verbunden ist. Nach Belieben kann man mittels Korkscheiben auch Torsionskreise herrichten.

Verbindung von Zinn mit Chlor. Von Friedrich C. G. Müller. In einen grösseren Stöpselcylinder voll Chlorgas lässt man ein zusammengerolltes Stannioblatt fallen. Nach einigen Secunden wird es, wie bekannt, schmelzen und ohne sonderlichen Effect auf den Boden fließen. Hält man aber den Cylinder mit beiden Händen horizontal und schwingt ihn, sobald das Metall zergeht, parallel zu sich selbst schnell um, so erfolgt die vollständige chemische Vereinigung der zahlreichen an der Cylinderwand unrollenden Zinnkügelchen mit dem Chlor unter glänzender Glüherscheinung.

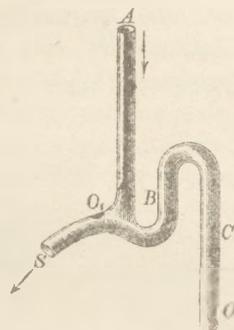
Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Neue Laboratoriumsapparate. Von ANDRÉ BIDET, *Comptes rendus CXVIII 478, 1894.* Von den in der vorliegenden Abhandlung beschriebenen einfachen Apparaten sind vielleicht zwei von allgemeinerer Wichtigkeit: eine Vorrichtung zur Erzielung eines gleichbleibenden Flüssigkeitsspiegels, namentlich für constante Wasserbäder brauchbar, und ein besonders wirksamer Kühler.

Der Verfasser hängt in ein gewöhnliches Wasserbad einen aus Glasröhren angefertigten Apparat, wie ihn nebenstehende Figur zeigt, mit dem Schenkel *C* hinein, füllt dann das Wasserbad ungefähr bis zum Niveau von *S*, dann den Apparat selber von *A* aus mit Wasser und erhält dann, wenn von *A* aus langsam Wasser einströmt, ein constantes Niveau in der Höhe von *S*. Wenn das Wasser im Gefäss sich langsam erniedrigt, fliesst der grössere Teil des durch *A* zuströmenden Wassers jetzt infolge der Heberwirkung des längeren Schenkels *C* durch das Loch *O* in das Gefäss, während beim Steigen der Wasseroberfläche der jetzt längere Schenkel *S* neben dem zuströmenden Wasser auch das über dem Niveau *S* befindliche Wasser absaugen würde.

Bei dem ebenda beschriebenen Kühler befindet sich nicht, wie gewöhnlich, der zu kühlende Dampf innerhalb des Kühlwassers, sondern das Kühlwasser ist vom Dampf umgeben, so dass der letztere innen vom Kühlwasser, aussen von der umgebenden Luft gekühlt wird. Ein diesem ganz ähnlicher Kühlapparat wird im übrigen schon seit einiger Zeit von der Glas-Instrumenten-Fabrik C. Grenier in Stutzerbach angefertigt; derselbe hat vor dem oben beschriebenen noch den Vorzug, dass auch die Aussen-Kühlung vom Wasser besorgt wird, so dass er bei verhältnismässiger Kürze (etwa 40 cm) sich vorzüglich zur Condensation von Äther und ähnlichen niedrig siedenden Flüssigkeiten eignet.



Schliffe und Hähne. Von GEORG W. A. KAHLBAUM. *Zeitschrift für Instrumentenkunde XIV 21, 1894.* Die gewöhnlichen Schliffe und Hähne bilden keinen absolut luftdichten Verschluss, namentlich wenn man sie aus besonderen Gründen nicht einfetten darf. Diesem Übelstande kann man abhelfen, wenn man die Stellen, von denen aus die Luft zwischen den beiden Schliffflächen in den Apparat dringen kann, unter Quecksilber setzt; dies ist in den von W. A. Kahlbaum beschriebenen Normal-Schliffen und Hähnen auf ebenso einfache, wie praktische Weise erreicht. Die Anordnung derselben ist aus den beistehenden Figuren ersichtlich. Fig. 1 zeigt den unteren, Fig. 2 den oberen Teil eines



Fig. 1.



Fig. 2.

solchen einfachen Normalschliffes. Beim unteren Teil ist die Aussenfläche conisch angeschliffen, während die innere Fläche des Oberteiles auf diesen conischen Schliff aufgesetzt ist. Um den conischen Schliff (Stempel) des Unterteiles ist ein Becher geblasen, in welchen Quecksilber gefüllt wird; dieses bedeckt nach dem Aufsetzen des Oberteiles

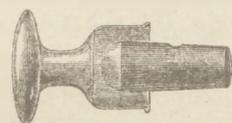


Fig. 3.

den unteren Rand des letzteren und bildet so einen absolut sicheren Luftabschluss. Bei den Hähnen ist der Becher zur Aufnahme des Quecksilbers um das Hahnkükens geblasen (Fig. 3), das Hahnkükens selbst ist hohl und mit einer seitlichen Bohrung, die in der Figur nach oben gerichtet ist, versehen; das

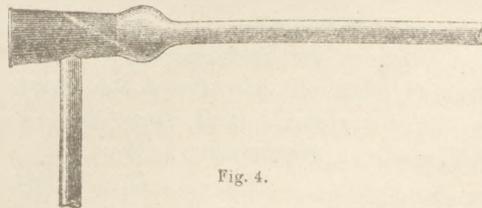


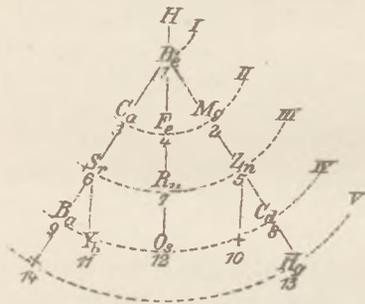
Fig. 4.

Hahnkükens ist in die conische Verlängerung eines Rohres eingeschliffen (Fig. 4). Diese

Verlängerung trägt, entsprechend der Bohrung des Hahnkükens, eine ebensolche mit Rohr- ansatz. Beim Gebrauche ist die conische Verlängerung nach unten gerichtet, das Hahn- kükens wird von unten eingesetzt und der Becher mit Quecksilber gefüllt. Dreiweghähne können leicht nach demselben Muster, nur mit zwei seitlichen Rohransätzen angefertigt werden. Diese Schliche und Hähne sind von C. Kramer in Freiburg i. Breisgau oder von E. Leyboldts Nachfolger in Köln a. Rh. zu beziehen. Rr.

2. Forschungen und Ergebnisse.

Das genetische System der chemischen Elemente. Von W. PREYER. (*Friedländer & Sohn, Berlin, 1893.*) Auf Grund der bereits von verschiedenen Forschern aufgestellten Hypothese der Abstammung der irdischen Elemente mit höherem Atomgewicht von solchen mit niederem construirt der Verfasser einen Stammbaum der Elemente. Er nimmt an, dass aus einer Urmaterie unter gewissen Bedingungen des Druckes und der Temperatur durch einen Vorgang der Verdichtung zuerst der Wasserstoff entstanden ist. Durch weitere Verdichtung sollen sich dann, sei es aus Wasserstoff oder der Urmaterie allein oder aus beiden, sieben Stammelemente gebildet haben. Von jedem derselben als einem der sieben Hauptäste des Stammbaumes wird nun eine Anzahl von Elementen abgeleitet; die in ein einheitliches Schema nach je 14 Verdichtungsstufen in je 5 Generationen so geordnet werden, dass die direkt von einander abstammenden Elemente auf drei vom Stammelement ausgehenden Ästen zweiter Ordnung, von denen die seitlichen je einen Ast dritter Ordnung bilden,



stehen. Für das zweite Stammelement, das *Be*, möge die beistehende Figur das Schema erläutern. Die unter den Elementen stehenden Zahlen stellen die Verdichtungsstufen, und die Kreuze die noch fehlenden Elemente dar, während die mit den römischen Ziffern bezeichneten Kreise die Glieder je einer Generation umfassen. Ordnet man die Elemente nach den Verdichtungsstufen der sieben Hauptäste, so stimmt diese Reihe mit derjenigen der Atomgewichte überein. Es finden sich in diesem Stammbaum nicht allein die von Mendelejeff in sein natürliches System aufgenommenen Familien wieder, sondern

sie werden auch genetisch mit einander verknüpft. Auch sind diejenigen Elemente, deren Stellung im periodischen System bisher zweifelhaft war, in befriedigender Weise untergebracht.

Dass nun jener Stammbaum der Wahrheit sehr nahe kommen muss, sucht Preyer dadurch zu begründen, dass in demselben eine Reihe von einander unabhängiger Eigenschaften der Elemente (Atomgewicht, Volumgewicht, Atomvolumen, spezifische Wärme, Atomwärme, Volumwärme, elektrische Spannung, Magnetismus, Wertigkeit) gesetzmässig verbunden wird. Hierbei ergeben sich einige interessante Resultate, von denen nur folgende hervorgehoben werden mögen. Wenn man innerhalb eines Stammes die Differenzen der Atomgewichte genetisch direkt zusammenhängender Elemente bildet und diese Zahlen durch die Differenzen der zugehörigen Stufenzahlen dividirt, so erhält man den nahezu constanten Quotienten 16. So ist die Differenz der Atomgewichte des *Ba* und *Ca* 97, die Differenz der Stufenzahlen 6, und $97 : 6 = 16$. Addirt man die Atomgewichte derjenigen Elemente der sieben Hauptäste, welche auf gleichen Verdichtungsstufen stehen, so ist der siebente Teil dieser Summe nahezu gleich dem Atomgewicht des Elementes des mittleren Hauptastes; z. B.

$$\left[\begin{array}{cccccc} \text{Na} & \text{Mg} & \text{Al} & \text{Si} & \text{P} & \text{S} & \text{Cl} \\ 23,05 & + 24,32 & + 27,06 & + 28,33 & + 31,02 & + 32,06 & + 35,45 \end{array} \right] : 7 = 28,75.$$

Ferner ist zu bemerken, dass die auf gleiche Volume der Elemente im festen Zustand bezogenen spezifischen Wärmen für die einer der drei Stammlinien angehörigen Elemente

regelmässig abnehmen, dass mithin eine Temperaturerhöhung um so leichter erfolgt, je dichter das Element ist. Besonders aber ist die Verwandtschaft der Elemente aus den Beziehungen zu erkennen, in denen der elektrochemische Charakter der Elemente zu ihren sonstigen Constanten steht. Insofern also Preyer in seinem genetischen System auch die Regelmässigkeiten zum Ausdruck bringt, die unter den Eigenschaften der Elemente obwalten, bedeutet seine Arbeit einen Fortschritt gegenüber den früheren Arbeiten anderer Forscher. Freilich lässt es sich nicht in Abrede stellen, dass er vielfach die experimentellen Daten corrigiert, damit sie jenen Regelmässigkeiten genügen.

Am Schluss sind die Constanten der Elemente übersichtlich zusammengestellt, auch diejenigen der noch unbekanntten Elemente, wie sie sich nach den Gesetzen erschliessen lassen, sind angegeben.

R. Lüpke.

Die Wirkung der elektromagnetischen Strahlung auf Häute, welche Metallpulver enthalten. Von MINCHIN. (*Phil. Mag.* (5) XXXVII 90, 1894.) Mit Kupferspänen gefüllte Glasröhren ändern infolge von Erschütterungen ihre Leitungsfähigkeit, so dass sie als Mikrophone dienen können. Befindet sich ein mit Metallpulver gefülltes Glasrohr in nichtleitendem Zustande, so wird es sofort leitend, wenn in seiner Nähe ein elektrischer Funke überspringt. In einer früheren Arbeit (*Phil. Mag.* (5) XXXI 203, 1891) hat Minchin eine Art lichtempfindlicher Zellen angegeben. Dieselben bestehen aus einem durch Behandeln mit Salpetersäure und nachfolgendes Erhitzen mit einer weissen Oxydschicht bedeckten Stanniolstreifen, welcher zugleich mit einem blanken Stanniolstreifen in Methylalkohol eingetaucht wird. Durch Belichtung wird die oxydierte Platte positiv gegen die nichtoxydierte. Wenn eine solche Zelle mehrere Tage ruhig gestanden hat, so wird sie gegen Licht vollkommen unempfindlich. In diesem Zustande ist sie jedoch äusserst empfindlich gegen Erschütterungen, gegen einen in der Nachbarschaft überspringenden Funken und namentlich gegen Hertz'sche Wellen. Sie wird hierdurch mit Leichtigkeit wieder lichtempfindlich gemacht. Nur durch Erschütterungen lässt sie sich dann wieder in den unempfindlichen Zustand zurückversetzen. Minchin glaubt, dass die von einem Funkenstromkreis ausgehenden Strahlungen in den Drähten, welche die Elektroden der Zelle mit dem Galvanometer verbinden, elektrische Störungen hervorrufen, durch welche die Moleküle an der empfindlichen Oberfläche anders angeordnet werden. Die Umwandlung in den unempfindlichen Zustand werde dagegen nur durch Schwingungen von längerer Dauer verursacht. In seiner neuen Arbeit hat Minchin gezeigt, dass auch aus Metallpulvern gebildete dünne Schichten ihre Leitungsfähigkeit unter dem Einfluss elektrischer Oscillationen ändern. Die Schichten werden dadurch hergestellt, dass eine Glas- oder Ebonitplatte mit einer sehr dünnen Gelatinehaut bedeckt wird; sodann wird die Schicht durch die Einwirkung von Wasserdampf erweicht und mit feinem in Alkohol suspendierten Metallstaub übergossen. Das Metallpulver bleibt dann an der Oberfläche der Gelatinehaut hängen. Statt dessen kann man auch in Collodium suspendierten Metallstaub schnell über die Glasfläche schütten. Nach dem Trocknen muss die Haut von der Glasplatte abgezogen werden, da die Metallschicht sich an der Glasseite der Haut befindet. Legt man an irgend zwei Stellen einer solchen Haut Kontakte an, welche zu einem aus einer Batterie und einem Galvanometer gebildeten Stromkreise führen, so kann man diese Kontakte bis auf $\frac{1}{2}$ mm einander nähern, ohne dass ein Strom übergeht. Auch ein in der Nähe überspringender Funke bringt keine Änderung der Leitungsfähigkeit der Haut hervor. Sobald man jedoch den einen der Zuleitungsdrähte mit einem elektrischen Körper berührt, wird der Widerstand der Haut und der Kontakte überwunden. Verschiebt man unter beständiger Berührung eines Leitungsdrabtes mit dem elektrischen Körper einen der beiden Kontakte, so kann man allmählich eine grosse Strecke der Haut leitend machen. Unterbricht man sodann den Kontakt an der Haut selbst, so wird dieselbe sofort nichtleitend, während eine Unterbrechung an einer anderen Stelle des Stromkreises keinerlei Wirkung ausübt. Ist jedoch die Haut einige Tage alt, so dass sie härter und ihre Teilchen daher weniger verschiebbar ge-

worden sind, so darf auch der der Haut selbst anliegende Contact eine nicht zu lange Zeit hindurch geöffnet werden, ohne dass die Leitungsfähigkeit der Haut sich ändert. Erschütterungen wirken auf diese Häute nicht, ebenso wenig die Wärme; wohl aber wird die Leitungsfähigkeit der Haut durch Anhauchen oder Aufblasen eines Dampfstromes zerstört und durch elektromagnetische Strahlung stets wieder hergestellt, während die schnellen Lichtschwingungen keine Wirkung ausüben.

H. R.

Der Umfang des menschlichen Gehörs. (*Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane. Bd. VII, Heft 1. 1894.*) Dr. H. ZWAARDEMACHER und Dr. CUPERUS haben bei 390 Personen verschiedenen Lebensalters mit völlig normalem Gehörorgane den Umfang des Gehörs festgestellt. Zur Bestimmung der oberen Tongrenze diente das Galtonpfeifchen (eine gedeckte Orgelpfeife, deren Länge durch eine Mikrometerschraube verkürzt werden kann); die Bestimmung der unteren Tongrenze geschah mittels der Appunnschen Lamelle (420 mm lang, 12 mm breit, 1 mm dick). Danach umfasst unser Gehör in der Jugend elf, im Greisenalter zehn Oktaven, und zwar beträgt der Verlust an der oberen Grenze zwei Drittel, an der unteren ein Drittel einer Oktave. Im Alter von sieben Jahren liegt die obere Tongrenze bei e^7 , sie sinkt bis zum Eintritt der Pubertät um einen Viertelton, bleibt dann auf derselben Höhe bis zur Beendigung des Knochenwachstums und fällt dann dauernd. Im 32. Jahre ist sie dis^7 , im 40. d^7 , im 43. cis^7 , im 51. c^7 , im 54. b^6 , im 75. a^6 . Abweichungen, und zwar nach unten, fanden sich nur bei etwa 1% der Personen. Die untere Grenze liegt im 13. Jahre bei E_2 , im 21. bei F_3 , im 65.—70. bei Gis_3 . Der Verlust an der oberen Grenze beruht auf einer Veränderung der Knochenleitung, der an der unteren in Änderungen im Trommelfell oder in der Kette der Gehörknöchelchen. In der Jugend liegt die Mitte der „Gehörlinie“ bei ais^1 , im Anfange des Greisenalters bei a^1 .

R. H.

3. Geschichte.

Theophrastus Paracelsus.¹⁾ Dank zahlreichen neueren Veröffentlichungen ist die „Paracelsusforschung“ zu einem umfangreichen Sondergebiete der Geschichte der Chemie geworden. Als sicheres Ergebnis derselben darf angesehen werden, dass Theophrast, welcher die Alchemie gestürzt und die medizinische Chemie an ihre Stelle gesetzt hat, nicht nur ein Reformator zweier Wissenschaften, sondern überdies von grundlegender Bedeutung für die Entwicklung der gesamten Naturforschung gewesen ist, indem sein ganzes Wirken als ein überaus kühner Kampf gegen Galen und die Araber, sowie gegen die durch den Autoritätsglauben hervorgebrachte Fesselung der Wissenschaft aufgefasst werden muss.

Über den merkwürdigen Mann, der von jeher das allgemeinste Interesse in Anspruch genommen, und zwar ebenso sehr durch die Excentricität seines Wesens wie durch sein wissenschaftliches Wirken, hat kürzlich der Chemiker der Baseler Universität obigen Vortrag veröffentlicht. In demselben wird ein Bild der Bedeutung und des seltsamen Lebens des grössten Schweizers — so etwa wird Paracelsus bezeichnet — entworfen. Es stellt sich heraus, dass dieser auch als Mensch viel eher die glühende Bewunderung seiner Schüler als die unglaublich niedrigen Angriffe seiner Feinde, der zünftigen Ärzte und Universitätslehrer, verdient habe. Die letzteren habe er nicht angegriffen, weil er ein Pfuscher gewesen und sich auf ihre Kosten habe erhöhen wollen, sondern weil er die Nichtigkeit eines Studiums der Natur einzig und allein auf Grund überlieferter Lehren klar erkannte. Er sei ferner nicht aus Lust an einem abenteuerlichen Leben durch ganz Europa zeit lebens unet gewandert, sondern um von Gelehrten und Ungelehrten zu lernen, um die Krankheiten und die Wirksamkeit seiner chemischen Präparate allüberall zu beob-

¹⁾ Ein Vortrag, gehalten zu Ehren Theophrasts von Hohenheim am 17. Dezember 1893 im Bernoullianum zu Basel von Georg W. A. Kahlbaum. Basel bei Benno Schwabe 1894. 70 S. M. 1,50.

achten, sowie weil der Hass der Verteidiger des Althergebrachten ihn nach einer kurzen Ruhezeit als Lehrer der Baseler Hochschule geradezu von Ort zu Ort gehetzt habe. Auch der ihm so oft gemachte Vorwurf, er sei meistens trunken gewesen; wird aufs schlagendste widerlegt, und zwar durch den Nachweis seines staunenswerten Fleisses als Arzt, Forscher und Schriftsteller.

Der interessante Vortrag, der das reiche Material, welches insbesondere von Karl Sudhoff neuerdings veröffentlicht worden ist, in gewissenhafter Weise verwertet, kann jedem zur Lektüre empfohlen werden, der sich für das Wirken eines Mannes interessiert, in dessen Lebenskampf „das Ringen der beiden Zeitepochen“ und demzufolge der Übergang von der Scholastik zur freien Forschung sich in tragischer Weise widerspiegelt. *J. Schiff.*

4. Unterricht und Methode.

Hat die Physik Axiome? Erkenntnistheoretische Studien über die Grundlagen der Physik von P. VOLKMANN. Vortrag gehalten in der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg in Preussen am 5. April 1894 (S. A. Verh. der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft 1894.) Die auch für den Unterricht bedeutsame Frage wird vom Verfasser im Zusammenhange mit früheren Veröffentlichungen (vgl. d. Zeitschr. VII 301, VIII 44) von dem Gesichtspunkte aus behandelt, dass die häufig als Axiome bezeichneten, für das physikalische System notwendigen Voraussetzungen sich als Schlusssteine einer Reihe von Erkenntnissen induktiv ergeben haben und daher mit den mathematischen Axiomen nicht auf eine Stufe zu stellen sind. Bei der Untersuchung der erkenntnistheoretischen Elemente der Physik überhaupt zeigt sich, dass ihr Inhalt keineswegs so unmittelbar naheliegend ist, wie bei den elementaren Abstraktionen der Geometrie. Schon die Festsetzungen oder Definitionen der Physik sind nicht blosse Abstraktionen, sondern Hilfsbegriffe, die dem Zwecke der Naturerkenntnis gemäss gebildet sein müssen (wie der Begriff der Geschwindigkeit.) Die Gesetze der Physik sind nicht blosse logische Folgerungen, sondern drücken einen Thatbestand aus; sie sollen der treue Ausdruck der sinnlich zugänglichen Wirklichkeit sein. Die Bezeichnung Hypothese will der Verfasser für solche zu Grunde gelegten Vorstellungen und Anschauungen vorbehalten sehen, mit denen wir uns über die Ungenauigkeit der sinnlichen Anschauung erheben (Emanationshypothese des Lichtes, Molekularhypothese, kinetische Gashypothese.) Die Prinzipie oder Grundsätze endlich (wie die von Newton als axiomata sive leges motus bezeichneten Sätze) sind Forderungen, die auf Grund eines reichen Erfahrungsschatzes für den Versuch einer systematischen Behandlung erhoben werden müssen, Postulate zu denen wir durch die Gewalt der Thatsachen gedrängt werden, und mit denen wir uns, wie bei den Axiomen der Geometrie, zu unbegrenzter Genauigkeit erheben, ohne dabei die Sinnenwelt zu verlassen.

Im einzelnen erörtert der Verfasser zunächst das Prinzip von der Erhaltung der Materie und bezeichnet das zur Begründung des Satzes von Chemie und Astronomie gelieferte Material als dürftig, angesichts des Umstandes, dass dieser Satz bereits mit dem Grundbegriff der Masse in der Mechanik verknüpft und schon in den einfachsten Gleichungen der Mechanik implicite enthalten ist. [Sollte nicht der Mangel eines jeden Bedürfnisses nach genaueren Nachweisungen für dieses Prinzip ein Zeichen dafür sein, dass in diesem Prinzip ein aprioristisches Element enthalten ist, das auf den Satz von der Identität zurückzuführen sein dürfte? Lehrreich ist, dass H. Landolt in seinen interessanten Untersuchungen über etwaige Änderungen des Gewichts bei der chemischen Verbindung doch keineswegs an Änderungen der Masse, sondern nur an einen Einfluss des Äthers auf die scheinbare Masse der chemischen Substanz denkt, also an einer erfahrungsgemäss nicht mehr auszumachenden Constanz der Masse festhält. Auch bei den Alten tritt die Constanz der Masse als ein logisches Postulat auf, dem noch keine ausreichende empirische Bestätigung zur Seite steht.] — Der Satz von der Erhaltung der Kraft hat seit seiner Entdeckung bis auf die Gegenwart die Rolle eines Naturgesetzes gespielt.

Wir erleben aber heute, wie der Satz allmählich in die Stelle eines Postulätes rückt und den Nimbus eines scheinbar aprioristischen Satzes annimmt. Der Verfasser nimmt daraus Anlass, im allgemeinen davor zu warnen, naturwissenschaftliche Grundsätze aprioristisch zu nehmen. [Aber der Umstand, dass dieses Prinzip in seiner allgemeinen Fassung aus historisch induktiver Grundlage erwachsen, ist kein Grund dagegen, dass bei der Bildung des andern, vorher bezeichneten Princip eine logische Nötigung mitwirkend gewesen ist.] — Das Trägheitsgesetz ist von Galilei in einem besonderen Falle gelegentlich seiner Untersuchungen über den Fall der Körper erkannt und auf Grund eines umfangreichen Erfahrungsmaterials [nicht von Galilei selbst, wie S. 8 gesagt wird, sondern von seinen Nachfolgern] als Naturgesetz aufgestellt worden. Es ist keine Hypothese, wie Riemann meinte, sondern ein Postulat, dem durch keinen begrenzten Gültigkeitsbereich mehr eine Schranke gesetzt ist. [Die gleiche Auffassung hat auch Referent in seiner Abhandlung über den empirischen Ursprung und die Allgemeingültigkeit des Beharrungsgesetzes, in der Vierteljahrs-Zeitschrift für wissenschaftliche Philosophie VIII, 4, 1884 vertreten.] — Im Satz vom Parallelogramm der Kräfte erkennt der Verfasser als demselben zu Grunde liegend das Prinzip der Superposition. Er betrachtet das Prinzip aber weniger als ein durch Experimente gestütztes Naturgesetz, sondern vielmehr als eine Forderung, mit gewissen Formen des Denkens an die Natur heranzutreten. [Eine genauere erkenntnistheoretische Analyse würde dieses Prinzip als ein der zerlegenden und zusammensetzenden Thätigkeit des Denkens entsprechendes erkennen lassen.] — In Newtons zweitem Gesetze, dass die Änderung der Bewegung der einwirkenden Kraft proportional ist und in der Richtung der Geraden stattfindet, in der die Kraft einwirkt, unterscheidet der Verfasser ausser dem Grundsatz der Superposition der Kräfte noch den der Wirkung einer einzelnen Kraft auf verschiedene Massen, wonach bei gegebener Kraft die Beschleunigung umgekehrt proportional der Masse ist.

An Schlusse dieser Darstellung spricht der Verfasser sich dafür aus, die Bezeichnung Axiome in der Physik ganz fallen zu lassen. Auch weist er darauf hin, dass man in der spezifisch-physikalischen Litteratur das Wort schwerlich noch antrifft. Man vgl. u. a. Thomsons Bemerkung im Handbuch der theoretischen Physik (*Deutsche Ausg. S. 199*): „Physikalische Axiome haben nur für diejenigen die Natur von Axiomen, welche eine hinreichende Kenntnis der Wirkung physikalischer Ursachen besitzen, um imstande zu sein, die Wahrheit jener Sätze auf der Stelle einzusehen!“ In einer Wissenschaft, wie die Physik, die darauf ausgeht, der Empirie den schärfsten Ausdruck zu geben, wird daher in der That das Wort besser ganz zu vermeiden sein. P.

Naturwissenschaftliche Hypothesen im Schulunterricht. Von R. Tümpel. *Zeitschrift für Philosophie und Pädagogik I (1894)*. Der Verfasser führt aus, dass strenggenommen schon der Ursprung der Erfahrung auf Hypothesen zurückgeht, und dass ebenso die Grundannahmen, auf denen unsere ganze Naturbetrachtung ruht, von hypothetischer Art sind. Auch die Forschungsweise der Naturwissenschaft ist unauflöslich mit Hypothesen verknüpft, es entsteht daher die Frage: „Ist auch die Mitteilung der erworbenen Kenntnisse an die junge Generation an Hypothesen gebunden?“ Der Verfasser untersucht, um diese Frage beantworten zu können, die Bedeutung der Hypothesen für die formale, dann für die materiale Seite des Unterrichts. Er kommt in der ersten Hinsicht nach längerer Untersuchung zu dem Ergebnis, dass schon beim Beobachten und bei der Pflege des vorstellenden Gedächtnisses Hypothesen günstig wirken, dass sie aber bei Auffindung kausaler Sätze und deduktiver Erklärungen geradezu unerlässlich sind. Die formale Seite des Unterrichts wird hiernach durch Hypothesen unzweifelhaft gefördert, doch seien sie auf der Unterstufe auszuschliessen, um die Unbefangenheit des Beobachtens nicht zu schädigen.

In materialer Hinsicht behandelt der Verfasser zunächst ausführlich den Wert der darwinistischen Hypothesen für den zoologisch-botanischen Unterricht und findet, dass der Darwinismus noch nicht den für die Schule nöthigen Abschluss erfahren hat. In der

Geologie hält er Hypothesen für unentbehrlich, misst aber der bloß dogmatischen Mitteilung keinen grossen Wert bei und neigt deshalb dazu, diese Disciplin ganz aus den Lehrplänen zu streichen! — Für den chemischen Unterricht gilt dem Verfasser die atomistische Hypothese für ungeheuer wichtig und unumgänglich, doch geht er zu weit mit der Behauptung, dass man, wollte man die Atomlehre vernachlässigen, alle chemischen Erscheinungen nur qualitativ behandeln könne, was zur Ungründlichkeit verführe. Zur Zusammenfassung der Erscheinungen allerdings ist die atomistische Hypothese auch im Unterricht unentbehrlich, obwohl das Wie der Durchführung noch nicht in allen Einzelheiten feststeht. Der Verfasser geht aber auch hier zu weit, wenn er ein Nacherfinden der Hypothesen verlangt. Eine so künstliche Hypothese wie die Avogadro'sche kann nicht von Schülern gefunden werden, und doch ist sie die Grundlage für die Anwendung der atomistischen Theorie auf die Chemie. Zutreffend ist, dass nach der Weise neuerer Lehrbücher erst eine grössere Menge von Thatsachen durchgearbeitet sein muss, ehe zur Theorie übergegangen werden kann. Der Verfasser bespricht die von Fr. C. G. Müller, Loew und Schiff in dieser Zeitschrift vorgeschlagenen Darstellungsarten wie auch die Behandlung von Lubarsch (Progr. 1881) und giebt dem Verfahren von Arendt und Wilbrand den Vorzug. Gewisse Widersprüche, die im Begriff des Atoms liegen, hält er für eine willkommene Gelegenheit, den Schülern der obersten Stufe zu zeigen, dass alle unsere Erkenntnis sich widerspruchlos nur auf Gegenstände möglicher Erfahrung beziehen kann. — Im physikalischen Unterricht lassen sich viele Gebiete ohne Hypothesen im Sinne der Schule behandeln. Die Lichtäthertheorie wird schwerlich eingehender in den Unterricht gezogen, ebensowenig die kinetische Gastheorie; beide setzen die Beherrschung höherer Mathematik voraus und entziehen sich schon aus diesem Grunde der Behandlung. Der Verfasser glaubt gleichwohl, dass bei besserer mathematischer Schulung beide Theorien mehr Beachtung finden würden. Er führt zu Gunsten der Äthertheorie deren Notwendigkeit für die Mineralogie, zur Erklärung der Doppelbrechung u. s. w. an — was indessen über jeden denkbaren schulmässigen Betrieb der Mineralogie hinausgeht. — Zur mathematischen Geographie macht der Verfasser geltend, dass der Unterricht leicht in Dogmatismus ver falle. Es sei schwierig, die Schüler zu systematischen Beobachtungen über den Stand der Sonne u. s. w. anzuhalten. Mitteilungen in dieser Zeitschrift beweisen, dass die Schwierigkeiten überwindbar sind. Auch dass die neuen preussischen Lehrpläne vor dem letzteren Verfahren warnen, ist kein Grund, dass nicht immer wieder der Versuch gemacht würde, auf die Naturbeobachtung zurückzugehen. Nur so kann das hier ohne Zweifel vorliegende „pädagogische Problem“ der Lösung näher gebracht werden. Der Kant-Laplace'schen Hypothese legt der Verfasser hinreichende materielle Bedeutung bei, um ihre dogmatische Mitteilung im Unterricht zu befürworten.

Wenn wir auch in manchem einzelnen von dem Verfasser abweichen, so stimmen wir doch wieder gern seinen Schlussworten zu, in denen er sich, an die Einleitung anknüpfend, gegen den oft gehörten Einwand wendet, die Schule dürfe nur feststehende Thatsachen lehren: „Wenn man nur absolut Feststehendes lehren wollte, was könnte man da überhaupt lehren? Und dann noch eins: Was steht überhaupt auf sprachlich-historischem Gebiet durchaus fest? Reicht sich hier nicht auch Hypothese an Hypothese! Unser Wissen ist hypothetisch, ist Stückwerk! Wenn wir daher überhaupt Jugendunterricht haben wollen, so müssen wir Unterricht in Hypothesen haben wollen!“

P.

Einführung in die induktive Logik an Bacons Beispiel (der Wärme) nach Stuart Mills Regeln. Von J. HENRIQI (Programm-Abhandlung G. Heidelberg, 1894). Der Verfasser liefert hiermit einen Beitrag zur Behandlung der logischen Seite der Physik. Eine solche Hereinziehung des methodologischen Gesichtspunktes in den Unterricht wird den Lesern dieser Zeitschrift, denen die verwandten Darlegungen A. Höflers (II 1 u. a.) bekannt sind, nicht zu gewagt erscheinen. Der Verfasser beginnt mit einer Ehrenrettung Bacons gegenüber seinen Verkleinerern, ein Versuch, bei dem es schwer ist, Licht und Schatten richtig zu verteilen, und schwerer, im Rahmen eines darüber erstatteten Berichtes

Zutreffendes und Unzutreffendes zu scheiden. Wir geben nur zur Erwägung, dass Männer wie Newton und Huygens, wenn sie auch gelegentlich eine treffende Bezeichnung Bacons wiederholen, doch darum nicht von der Methode Bacons irgend wesentlich beeinflusst zu sein brauchen. Auch für die Royal Society, wo man zeitweise bewusster und systematischer in den Spuren Bacons wandelte, dürfte die Geschichte seines Einflusses noch zu schreiben sein. Dass Bacon die Bedeutung Galileis völlig verkannte, bleibt für alle Zeit ein schwerer Einwand gegen seine Kompetenz, in Fragen der naturwissenschaftlichen Methode mitzureden; und Galileis Ableitung der Gleichheit aller Fallbeschleunigungen ist viel zu scharfsinnig, als dass sie sich einfach aus Bacons „Tafel der Grade“ herleiten liesse. Dagegen hat John Stuart Mill in seiner induktiven Logik den leeren Formen Bacons in der That neues Leben eingeflösst, indem er sich auf ein gründliches Studium der seither weit voran geschrittenen Naturforschung stützte. An die Regeln Mills schliesst sich auch der Verfasser an, nicht ohne deren Zusammenhang mit entsprechenden Tafeln Bacons hervorzuheben.

Das nach Bacons Vorgang gewählte Beispiel betrifft die Ursache der Entstehung der Wärme. Nach der ersten Millschen Regel (Methode der Übereinstimmung) ergibt sich aus den zusammengestellten Einzelfällen, dass Hemmung oder Verminderung von Bewegung die (oder vielmehr eine) Ursache der Wärme ist. Der Verfasser fügt deduzierend hinzu, dass sich auch die chemischen Quellen der Wärme dieser Erklärung unterordnen lassen, wenn man diese dahin verallgemeinert, dass mit dem Verschwinden einer Kräftebethätigung Wärme entsteht. — Zu Mills zweiter Regel (Schluss aus dem Unterschied) wird als entsprechender Versuch die Erhitzung von Wasser im gepressten rotierenden Cylinder angeführt. — Zu der dritten Regel (Vereinigung bejahender und verneinender Fälle) werden weder Baconsche, noch Millsche Beispiele benutzt, dagegen solche Fälle zusammengestellt, in denen beim Verschwinden von Wärme eine neue Kraftäusserung auftritt (Schmelzung durch Wärmeverbrauch u. s. w.). Der Verfasser formuliert, Mills Regeln ergänzend, diesen Fall (als Schluss aus entgegengesetzten Ereignissen) folgendermassen: „Wenn ein Fall, in dem das fragliche Ereigniss eintritt, und ein Fall, wo das Gegenteil dieses Ereignisses eintritt, sich noch dadurch unterscheiden, dass ein einziger Umstand des ersten Falles durch den entgegengesetzten Umstand im zweiten Falle ersetzt wird, so stehen diese Umstände mit den betreffenden Ereignissen in ursächlichem Zusammenhang.“ — Zu der vierten Regel Mills (Schluss aus dem Rückstand) bemerkt der Verfasser selbst, anschliessend an den entsprechenden Einwand Whewells, dass diese Vorschrift für den wichtigsten Teil des Verfahrens, das Suchen des Rückstandes, keine Anleitung giebt; an dieser Stelle zeigt sich überhaupt der begrenzte schematische Charakter solcher logischen Verallgemeinerungen am deutlichsten. — Die fünfte und letzte Regel Mills (Schluss aus den gleichlaufenden Veränderungen) führt zu der Funktionsbeziehung zwischen Arbeit und Wärme; auch hier aber besteht das Wesentliche der Entdeckung in der Auffindung der äquivalent zu setzenden Begriffe (Wärmemenge und Arbeitsgrösse) und diese ist von der logischen Regel unabhängig; in dieser Auffindung aber bekundet sich gerade der wesentliche Teil des induktiven Denkens, und es zeigt sich auch hier, wie wenig jene logischen Schemata geeignet sind, das eigentlich Schöpferische in den Leistungen der grossen induktiven Forscher zu enthüllen; sie liefern, um es kurz zu sagen, die Schale, nicht den Kern des Verfahrens, das ohne induktive Durchdringung des gesamten Erscheinungsmaterials undenkbar ist. Verliert man diesen Gesichtspunkt nicht aus dem Auge, so mag es nicht unangemessen sein, den Schülern gelegentlich auch die abstrakten logischen Formen zum Bewusstsein zu bringen, innerhalb deren jene geistige Thätigkeit sich abspielt. Auch möchte es zweckmässig sein, während des ganzen Unterrichts gelegentlich immer wieder auf das logische Gerippe hinzuweisen, in das sich ja auch die Schlussweisen anderer Wissenschaften, so der medizinischen und juristischen, einordnen lassen.

5. Technik und mechanische Praxis.

Elmores Verfahren zur Herstellung nahtloser Kupferröhren auf elektrolytischem Wege. Von ATMER. *Ztschr. des Ver. deutscher Ing. XXXVIII 79, 1894.* S. und F. ELMORE in Leeds hatten gegen Ende des vorigen Jahrzehnts ein Verfahren der elektrolytischen Kupferaffinerie ersonnen, nach welchem es möglich geworden ist, ein äusserst dichtes Kupfer niederzuschlagen, und zwar in der zum Gebrauch direkt geeigneten Form einer nahtlosen Röhre. Nach mehrfachen Verbesserungen und Erweiterungen wird dasselbe jetzt in verschiedenen Ländern in folgender Weise ausgeführt. Als Anode dient eine auf dem Boden eines Bottichs ausgebreitete Schicht von Kupfergranalien, welche dadurch hergestellt werden, dass man das geschmolzene Rohkupfer in dünnem Strahl in kaltes Wasser fliessen lässt. Wenige Centimeter oberhalb derselben befindet sich in der Längsrichtung des Bottichs ein cylindrischer Dorn aus Eisen oder Kupfer. An diesen ist mittels Schleifbürsten der Kathodopol angeschlossen. Der Elektrolyt besteht aus einer mit Schwefelsäure angesäuerten Kupfervitriollösung. Während nun der Strom durch eine Reihe solcher hintereinander geschalteter Bäder geschickt wird, werden die Dorne beständig in Rotation versetzt, und parallel der Axe jedes Dornes wird ein an einem Schlitten befestigtes Achatprisma, welches dem Dorn fest angepresst ist, auf und ab bewegt. Wie bei jeder Kupferfeinung kommt die Bildung des Kupferniederschlags auch hier auf eine Übertragung des Metalls von der Anode auf die Kathode hinaus. Die etwa vorhandenen Edelmetalle bleiben im Bad suspendiert und werden nach Beendigung des Processes besonders gewonnen. Hat die Wand des Rohres, das sich auf dem Dorn bildet, die gehörige Dicke erreicht, so wird der Dorn aus dem Bad gehoben, und der Kupfermantel wird durch besondere Vorrichtungen getrennt. Da die während eines Hin- und Hergangs des Achat niedergeschlagene Kupferschicht im Allgemeinen nur $\frac{1}{300}$ mm dick ist, so erlangt das gefällte Kupfer eine gleichmässige, ausserordentlich hohe Dichte (8,95), Festigkeit und Geschmeidigkeit und ist durchaus homogen und porenfrei. Dagegen zeigt das in den gewöhnlichen Kupferaffinerieen erzeugte Produkt stets ein krystallinisches Gefüge und ist brüchig, so dass es behufs weiterer Verarbeitung in der Regel umgeschmolzen werden muss. Nur ist bei dem ELMORE-Verfahren darauf zu achten, dass der Strom während des Processes niemals unterbrochen wird, weil sonst die Kupfermasse von Oxydschichten durchsetzt werden würde. Infolge jener durch den Achat bewirkten Glättung gestattet das Verfahren auch ein ungewöhnlich schnelles Arbeiten, denn die Stromdichte kann sich bis auf 600 A pro m² belaufen.

Was nun die mechanischen Eigenschaften des ELMORE-Kupfers anbetrifft, so lassen sich dieselben nach dem Zweck, dem es dienen soll, durch Änderung der Stromdichte, der Rotationsgeschwindigkeit der Dorne und der Zusammensetzung des Elektrolyten variieren. Das gewöhnliche gewalzte Kupfer zerreisst bereits bei einer Belastung von 22 bis 25 kg/mm², das ELMORE-Kupfer kann dagegen eine Zugfestigkeit bis 66 kg/mm² erreichen, und die Belastung bei der Elasticitätsgrenze kann bis 92% der Bruchbelastung betragen. Mit der Abnahme der Festigkeit wächst die Dehnbarkeit, die bei ausgeglühten Streifen bis zu 62% steigt.

Durch diese Vorzüge erklärt sich die schnelle Einführung des ELMORE-Kupfers in verschiedene Zweige der Technik. Die engeren Röhren sind zu Dampf- und Wasserleitungsröhren, die einen besonders hohen Druck, wie auf Schiffen, aushalten sollen, sehr gut geeignet; sie können jetzt bis zu einer Länge von 6 m hergestellt werden. Die weiteren Röhren, deren Durchmesser 1600 mm erreichen kann, dienen zu Walzen und Trockencylindern in der Papier- und Textilindustrie. Indem man die Dorne aus leicht schmelzbaren Legierungen giesst, ist man auch im stande, Röhren von beliebigem Profil in den Bädern zu erzeugen. Schmiedeeisernen Röhren kann ein fest anliegender Kupfermantel von verschiedener Dicke gegeben werden. Die grosse Zähigkeit des Materials gestattet es ferner, dass die Röhrenden zu Flanschen ausgehämmert, und die Röhren selbst beliebig gezogen werden. Das ELMORE-Kupfer übertrifft endlich die Leitfähigkeit des gewöhnlichen Kupfers um $2\frac{1}{2}\%$, im ausgeglühten Zustande sogar um $4\frac{1}{2}\%$, so dass

die aus einem Cylinder geschnittenen Streifen, die auch zu Draht mit rundem Querschnitt ausgezogen werden können, zu Leitungszwecken, wobei auch ihre Festigkeit zur Geltung kommt, Verwendung finden.

R. Lüpke.

Ein Universal-Sensitometer. Von J. SCHEINER. Der Apparat dient zu photometrischen Untersuchungen im Gebiete der Photographie und zwar zu Bestimmungen über Plattenempfindlichkeit, Verhalten der Mitteltöne zu den stärksten und schwächsten Tönen bei den verschiedenen Platten, Beziehungen zwischen der Belichtungszeit und der Lichtintensität, Einfluss der verschiedenen Entwicklungsarten auf die Kraft der Bilder, chemische Intensitäten verschiedener Lichtquellen.

Als Lichtquelle dient eine Benzinlampe in Kerzenform (Fig. 1.) Zur Einhaltung gleicher und constanter Flammenhöhe trägt die Lampe einen die Flamme in bestimmter

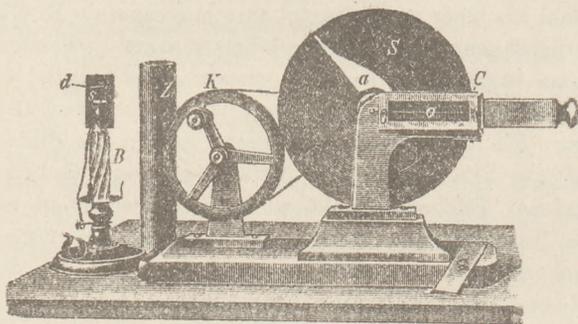


Fig. 1.

Höhe umgebenden Drahttring *d*. An demselben hängt ein Blech mit einem 1 mm breiten wagerechten Spalt *s*. Flamme, Ring und Spalt werden mit dem rothen Cylinder *Z* umgeben, der in Höhe des Spaltes eine kleine Öffnung hat. Nur das Licht, welches durch *s* fällt, wirkt auf die photographische Platte. Der eigentliche Apparat besteht aus der drehbaren undurchsichtigen Scheibe *S* mit dem besonders geformten Ausschnitt *a* und

der Kassette *C* (Format der photographischen Platte 3×9). In der Kassette sitzt hinter dem Schieber eine Metallplatte mit 20 gleich weit von einander abstehenden rechteckigen Ausschnitten *o*. Darauf liegt eine dünne Gelatineplatte, welche einen alle Rechtecke durchquerenden undurchsichtigen Strich und die Zahlen von 1 bis 20 zur Numerierung der Rechtecke trägt. Auf die Gelatineplatte wird die Schichtseite der photographischen Platte gelegt. Der Ausschnitt *a* ist so geformt, dass Rechteck No. 1 nur ein Hundertstel des Lichtes erhält, welches auf No. 20 fällt. Von Rechteck zu Rechteck wächst das Licht im gleichen Verhältnis, also wie $1 : 1,27$. Bei den Versuchen wird die Kurbel *K* in der Secunde ein- bis zweimal herumgedreht, die Scheibe macht dann 400 bis 800 Umdrehungen in der Minute. Der feste Abstand der Flamme von der lichtempfindlichen Platte wird hergestellt durch eine Kette von 1 m Länge, welche die Lampe mit dem Empfindlichkeitsmesser verbindet. Die zu vergleichenden belichteten und entwickelten Platten werden zur Beurteilung der Dichtigkeit des Silberniederschlags mit der Schicht-



Fig. 2.

seite auf weisses Schreibpapier fest aufgedrückt.

Fig. 2 zeigt zwei zu vergleichende Platten. Dieselben sind neben einander gelegt und nonienartig gegen einander verschoben, bis Rechteck 1 der unteren Platte neben einem Rechteck der oberen Platte liegt, welches dieselbe Tiefe der Schwärzung zeigt.

Rechteck 1 der unteren Platte ist in dem vorlie-

genden Falle gleich Rechteck 4 der oberen Platte. Die Empfindlichkeit der oberen Platte ist daher $1,27^3 = 2,1$ mal so gross als die der unteren Platte.

Der Apparat ist mit ausführlicher Gebrauchsanweisung vom Mechaniker Töpfer in Potsdam. zu beziehen. Preis 48 M. (*Zeitschr. f. Instrumentenkunde*, XIV 201, 1894.)

R. H.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Lehrbuch der Physik. Von J. Violle. Deutsche Ausgabe von E. Gumlich, L. Holborn, W. Jaeger, St. Lindeek. Zweiter Theil: Akustik und Optik. Erster Band: Akustik. Mit 163 Textfiguren. Berlin, Julius Springer, 1893. X und 307 S. M. 8,—.

Auch dieser Band zeichnet sich wieder durch gleichmässige Berücksichtigung der mathematischen und der experimentellen Seite des Gegenstandes, sowie durch historische Rückblicke und genaue Quellenangabe aus. Der Verfasser enthält sich fast durchweg der Darlegung eigener Auffassungen, giebt dagegen eine treue und übersichtliche Darstellung der wichtigsten Forschungen auf dem Gebiet der Akustik. Sehr ausführlich sind n. a. die experimentellen Bestimmungen der Schallgeschwindigkeit wiedergegeben. Unsere Leser wird es interessieren, dass die vor einiger Zeit in dieser Zeitschrift veröffentlichte Zurückführung der elektromagnetischen Stimmgabelbewegung auf die Wirkung des Extrastromes (II 232) auch von G. LIPPMANN im Bull. des séances de la Soc. française de physique 1885 angegeben worden ist. Von der Helmholtzschen Theorie der Vokale sagt der Verfasser, dass man die Frage heut für weniger entschieden halte als damals, wo das Helmholtzsche Werk erschien. Die Herausgeber der deutschen Übersetzung haben wieder einige Zusätze gemacht, die sich indessen, abgesehen von dem Berlinerschen Grammophon und den Verbesserungen des Phonographen, etwas einseitig auf Arbeiten von Raps, Krigar-Menzel und Wien beschränken.

P.

Überblick über die Elektrotechnik. Sechs populäre Experimentalvorträge gehalten im Physikalischen Verein zu Frankfurt a. M. von Dr. J. Epstein. Zweite, vermehrte Auflage. Mit 36 Abbildungen. Frankfurt a. M., J. Alt, 1894. VI u. 89 S. Brosch. M. 2,—, geb. M. 2,80.

Auf diese Vorträge, die zuerst in dem Jahresbericht des Frankfurter Physikalischen Vereins veröffentlicht wurden, ist bereits in dieser Zeitschr. (VI 205, 210) hingewiesen worden. Sie bezwecken, Nichtfachleuten die bemerkenswertesten physikalischen Erscheinungen, welche der Elektrotechnik zu Grunde liegen, vorzuführen und im Anschluss daran die wichtigsten technischen Begriffe und Vorrichtungen dieses Gebietes zu entwickeln. Sie beanspruchen keineswegs, erschöpfend zu sein, sondern wollen nur einen allgemeinen Überblick gewähren und auf eine eingehendere Durcharbeitung der Einzelheiten vorbereiten. Die zweite Auflage ist durch Hinzufügung einer grösseren Reihe von Figuren erweitert worden; auch sind die Fortschritte der rasch fortschreitenden Technik in gebührender Weise berücksichtigt worden. Fachgenossen, welche sich einen ersten Einblick in die Elektrotechnik verschaffen wollen, kann das mit grosser Sachkenntnis, Klarheit und Frische geschriebene Büchlein sehr empfohlen werden.

H.

Graham-Ottos Ausführliches Lehrbuch der Chemie. I. Bd. in drei Abteilungen. Physikalische und theoretische Chemie. Von A. Horstmann, H. Landolt und A. Winkelmann. 3. Auflage. 1. Hälfte der dritten Abteilung: Beziehungen zwischen physikalischen Eigenschaften und chemischer Zusammensetzung der Körper. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn, 1893. 501 S. M. 10,—. Aus diesem Abschnitt ist besonders abgedruckt: Physikalische Chemie der Krystalle von A. Arzruni. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn, 1893. X u. 365 S. M. 7,50.

Bei der grossen Wichtigkeit, welche die physikalische Chemie, dies Grenzgebiet zwischen Physik und Chemie, jetzt erlangt hat, und dem schnellen Fortschreiten der Forschungen auf diesem Gebiete ist die Neubearbeitung des klassischen Werkes von Buff, Kopp und Zamminer in hohem Grade willkommen. Der Umfang des Gebietes hat seit den sechziger Jahren so zugenommen, dass jetzt der frühere erste Band in drei Abteilungen erscheinen muss und dies erklärt auch, weshalb mit Rücksicht auf die Specialforschung gleich der Band I (Abteilung 3) S. 1—349 als gesonderter Abdruck erschienen ist. Das Werk von Arzruni enthält nur ein besonderes Namen- und Sachregister und es ist die Frage, ob es nicht zweckmässig ist, das grössere Werk (d. h. die 3. Abteilung) gleich nur in getrennten Monographien, in die es der Anlage nach zerfällt, erscheinen zu lassen. Die Forschung zersplittert sich immer mehr und mehr und so auch auf diesem Gebiete, auf dem viele nur ein kleines beschränktes Feld bebauen. So sehr dies vielleicht zu bedauern, so muss doch dem einmal vorhandenen Bedürfnis in dieser Richtung Rechnung getragen werden. Die erste Hälfte des Werkes (Bd. I Graham-Otto) umfasst ausser der physikalischen Chemie der Krystalle noch die Beziehungen zwischen der Raumerfüllung fester und flüssiger Körper und deren chemischen Zusammensetzung von Prof. Dr. A. Horstmann S. 353—464 in 22 Abschnitten und als drittes Kapitel die Beziehungen zwischen innerer Reibung

und der chemischen Zusammensetzung flüssiger Substanzen von Dr. R. Pribram. Als weitere Monographien sind in Aussicht genommen 4. Siedepunkt, 5. Schmelzpunkt (beide bearbeitet von Dr. Marekwald), 6. Lichtbrechung (Prof. Breeht), 7. Lichtemission und -Absorption (Prof. Dr. Krüss), 8. optisches Drehungsvermögen organischer Substanzen (Prof. Landolt), 9. elektromagnetische Drehung (Dr. Schönrock). Die erste und zweite Abteilung des ersten Bandes der physikalischen Lehren (Winkelmann) und theoretische Chemie und Thermochemie (Horstmann) sind in ihrem Bestande verblieben.

Das Material der monographischen Darstellungen ist aus den Originalarbeiten geschöpft und die betreffenden Litteraturnotizen sind hinzugefügt, so dass zugleich eine Übersicht über das gesamte abgeschlossene Gebiet gewonnen wird und sich die Darstellung den früheren encyclopädischen Versuchen verschiedener Wissenschaften anschliesst. Die Ausstattung ist eine vorzügliche. Werke wie das vorliegende, das eine vollständige Darlegung unserer Kenntnis auf dem betreffenden Gebiete giebt und die Richtungen zeigt, in denen sich die Forschung bewegt, sind für die Bibliotheken grosser Schulen wichtig und zu empfehlen, da dieselben Zeitschriften nur in beschränkter Zahl besitzen können, und der einzelne Lehrer nicht immer aus den Fortschritten und Jahresberichten der Wissenschaften, die verschiedentlich herausgegeben werden, sich ein Gesamtbild des Ganzen machen kann.

Auf die Einzeldarstellungen einzugehen würde hier zu weit führen, ist es doch nicht einmal möglich, den Inhalt im Speciellen darzulegen. Die Monographie von Arzruni enthält nach einer Einleitung (geometrische und physikalische Eigenschaften der Krystalle) als zweiten Hauptteil die Beziehungen zwischen Krystallform und chemischer Zusammensetzung mit den Abschnitten: Polymorphismus, Isomorphismus, Morphotropie, Ansichten und Erklärung. Da die Produktion auf diesem Gebiete eine sehr grosse ist, waren Nachträge erforderlich, die zugleich Ergänzungen enthalten. Die Horstmansche Arbeit gruppiert den Stoff nach den beiden Aggregatzuständen, berücksichtigt die Volumverhältnisse bei dem Übergange der beiden Zustände und beim Absorbieren, bei der Lösung und Neutralisation. Der gasförmige Zustand hat bereits in Abschnitt 2 die erforderliche Berücksichtigung gefunden.

Sehr schätzenswert sind auch die zahlreichen Zahlenangaben und Tabellen, die zugleich für später leicht Vergleiche zulassen. Das Werk wird ein schätzenswertes und wichtiges Hilfsmittel sein für alle, die mit dem betreffenden Wissensgebiete in Zusammenhang zu bleiben wünschen.

Schwalbe.

Specielle Methoden der Analyse. Anleitung zur Anwendung physikalischer Methoden in der Chemie. Von G. Krüss. 35 Abb. 2. Aufl. Hamburg und Leipzig, L. Voss, 1893. 96 S. M. 3,50.

In dem vorliegenden Buch giebt der Verfasser eine Anleitung zur Ausführung solcher analytischen Arbeiten, welche dem Gebiete der physikalischen Chemie angehören und mit den Fortschritten der letzteren in der Laboratoriumspraxis mehr und mehr zur Geltung gekommen, in gewissem Grade sogar unentbehrlich geworden sind. Die beiden ersten Kapitel beziehen sich auf die Bestimmung des specifischen Gewichts der Körper in den einzelnen Aggregatzuständen und die Ermittlung des Molekulargewichts aus der Dampfdichte, der Gefrierpunktserniedrigung und der Siedepunkterhöhung. Das dritte Kapitel handelt von der Feststellung der specifischen Wärme mittels des Bunsenschen Eiskalorimeters. Die übrigen drei Kapitel, welche die grössere Hälfte des Buches einnehmen, erstrecken sich auf die optischen Methoden. Dieselben sind hier eingehender als sonst dargestellt, und zwar werden die Verfahren erörtert, mittels der gebräuchlichen Spektralapparate die Emissions- und Absorptionsspektren der Stoffe behufs Ermittlung der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung derselben zu untersuchen, und im Anschluss hieran werden die mit dem Kolorimeter und den Polarisationsapparaten ausführbaren Messungen erläutert. Die sonstigen physikalischen Methoden der Analyse bleiben unberücksichtigt, da hierüber speciellere Werke bereits erschienen sind.

Gegenüber anderen Büchern, welche dem nämlichen Zweck dienen, zeichnet sich das vorliegende insofern zu seinem Vorteil aus, als es an den Praktikanten, der sich jene neueren Methoden zu eigen machen will, keine erheblichen Anforderungen stellt. Nach den beigegebenen Figuren muss diesem trotz der knappen Form der Darstellung die Konstruktion der Apparate vollkommen klar werden, und falls er physikalisch nicht genügend vorgebildet ist, wird er durch die in den Text eingeschalteten Fragen oder Fragezeichen auf diejenigen Punkte hingewiesen, über die er sich in den betreffenden Lehrbüchern zu orientieren hat, um die Theorie zu verstehen. Nur muss er sich die Litteratur, die der Verfasser für die einzelnen Fälle leider nicht angeben hat, selbst aufsuchen. In betreff der Handhabung der Apparate und der Ausführung der Messungen

wird er durch das Buch hinreichend belehrt, um selbst arbeiten zu können. Namentlich kommen ihm hierbei die praktisch ausgewählten Beispiele zu statten, an denen er die sämtlichen Methoden gehörig einüben kann, und die ihn gleichzeitig über die Verwendbarkeit derselben allgemein informieren; freilich wird er hier und da einzelne Versuchsdaten vermissen, nach denen er die Genauigkeit seiner eignen Messungen zu beurteilen im stande gewesen wäre. *R. Lüpke.*

Praktische Anleitung zur Ausführung thermochemischer Messungen. Von M. Berthelot.

Autorisierte Übersetzung von Prof. G. Siebert. Leipzig, J. A. Barth, 1893. 111 S. M. 2,—.

Das Buch handelt von der praktischen Ausführung thermochemischer Arbeiten. Da die Thermochemie zu den wichtigsten Gebieten der physikalischen Chemie gehört, und Berthelot nächst J. Thomsen der Hauptvertreter derselben ist, so gewährt das Studium dieses Buches ein ganz besonderes Interesse nicht allein für den Fachmann, der den thermochemischen Untersuchungen obliegt, sondern allgemein für jeden, der ein tieferes Verständnis jenes schwierigen Gebietes zu erlangen sucht. Auf den ersten 7 Seiten sind die Grundlehren der Thermochemie in aller Kürze zusammengestellt. Wie bekannt, wird von Berthelot und den meisten französischen Chemikern das Princip der maximalen Arbeit noch immer streng aufrecht erhalten, obwohl ihm auf Grund der ermittelten Thatsachen und der aus dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik folgenden Erörterungen eine allgemeine Gültigkeit abgesprochen werden musste. Hat sich doch die Annahme, aus welcher jenes Princip entstanden ist, nämlich die, dass die Wärmetönung das Maass der chemischen Affinität sei, längst als ein Irrtum erwiesen, da bei chemischen Processen ausser der Entwicklung von Wärme, die überdies mit der Temperatur mehr oder weniger variiert, noch andere der Grösse nach wenig bekannte Energieumsetzungen vor sich gehen. — Der zweite Teil (S. 8—37) bezieht sich auf die zu den thermochemischen Messungen erforderlichen Apparate. Es finden sich darin wertvolle Angaben über die Benutzung der Thermometer und Kalorimeter. Jedoch werden nur diejenigen Messinstrumente berücksichtigt, welche in den Berthelotschen Laboratorien im Gebrauch sind, während andere, selbst das Bunsensche Eiskalorimeter, unerwähnt bleiben. — Der dritte Teil (38—111) handelt von den wichtigeren thermochemischen Operationen, und zwar wird der Reihe nach erläutert, wie man die Neutralisationswärme, die Lösungswärme fester und gasförmiger Körper, die spezifische Wärme von Flüssigkeiten und festen Substanzen, und endlich die Schmelz-, Verdampfungs- und Verbrennungswärme experimentell findet. Ganz ausführlich wird die Bestimmung der letzteren Grösse erörtert, und zwar bieten die Messungen der Verbrennungswärme mittels der mit comprimiertem Sauerstoff zu füllenden calorimetrischen Stahlbombe, durch deren Konstruktion sich Berthelot ein grosses Verdienst um die Thermochemie erworben hat, ein hohes Interesse. Denn erst durch diesen Apparat ist es möglich geworden, die organischen Substanzen, auch die schwieriger verbrennlichen, sowie solche, welche Chlor oder Schwefel enthalten, vollständig und augenblicklich zu verbrennen, so dass die Versuchsergebnisse einen bisher nie erreichten Grad der Sicherheit erlangt haben.

Eine reiche Fülle von Erfahrungen, die durch eine zwanzigjährige, rastlose Thätigkeit erprobt sind, hat Berthelot in leicht verständlichen Worten den Chemikern zugänglich gemacht. In der That giebt das Buch eine so vorzügliche Anleitung zu thermochemischen Untersuchungen, dass sich nach demselben ohne weitere Unterweisung arbeiten lässt. Nach einer ausreichenden Anzahl von Abbildungen werden die Messverfahren eingehend auseinandergesetzt und auch die mannigfachen Abänderungen derselben angegeben, wie sie durch die Natur der zu prüfenden Substanzen bedingt sind. Ferner wird darauf hingewiesen, in welchem Grade die schwer zu umgehenden Fehler die Resultate beeinflussen. Ganz besonders ist aber hervorzuheben, dass an zahlreichen, bestimmten Beispielen gezeigt wird, wie die durch den Versuch ermittelten Daten der Temperatur zur Berechnung der gesuchten Wärmemengen dienen.

Es ist daher der Mühe wohl wert gewesen, den französischen Text dieses Buches ins Deutsche zu übersetzen. Nur ist der Ausdruck der vorliegenden Übersetzung stellenweise misslungen. So liest man S. 7 Z. 5 v. u.: „Ein System ist unter sonst gleichen Umständen um so beständiger, einen um so beträchtlicheren Teil seiner Energie es verloren hat“ und S. 12 Z. 1 v. o.: „in einem Hohlraum, der entweder leer oder mit Wasser angefüllt ist.“ Ferner ist der Wortlaut häufiger ungenau. S. 51 Z. 7 v. u. steht: „es ist besser, den Stopfen zu vernachlässigen“ statt: den Wasserwert des Stopfens unberücksichtigt zu lassen; S. 55 Z. 11 v. o.: „eine Bestimmung mit Gewichten“ statt: mit Gewichtsmengen. Zuweilen bleibt selbst die Sache unverständlich oder zweideutig, wie S. 53 Z. 2 v. u.: „Um die spezifische Wärme einer wässrigen Lösung zu bestimmen, die nicht weit von der Temperatur der Umgebung liegt“, ferner S. 54 Z. 11 v. u.: „Man bringt in ein und dasselbe Platingefäss nach einander reines Wasser und die Salzlösung“, und S. 78 Z. 3 v. o.:

„Der Verschluss der Bombe wird durch die Adhäsion des Deckelrandes gegen die Innenseite des Gefässes bewirkt.“ Von derartigen Mängeln abgesehen dürfte jedoch die Übersetzung befriedigen.

R. Lüpke.

Zur Orientierung in der Energielehre. Von L. Dressel, S. J. Sonderabdruck aus „Natur und Offenbarung“, 39. Band, Münster 1893. 60 S.

Bei den heutigen Bestrebungen, für die Lehre von den Energien eine allgemeine Grundlage zu finden, ist die vorliegende Schrift von gewissem Interesse. Nachdem der Verfasser an einigen Beispielen den Begriff der Energie als der Wirkungsfähigkeit eines materiellen Substrates, welche demselben infolge eines gewissen Zustandes anhaftet, erläutert hat, sucht er einheitlich zu zeigen, dass sich der Wert einer jeden Energieform L durch drei Faktoren: die Quantität l , die Capacität λ und die Intensität p bestimmen lasse, und stellt zwischen diesen Grössen die Beziehungen $l = \lambda \cdot p$ und $L = \frac{1}{2} lp = \frac{1}{2} \lambda p^2$ auf. Für die Bewegungsenergie würde das Produkt aus der Masse m und der Geschwindigkeit v die Quantität, ferner die Bewegungsgrösse m , wenn $v = 1$ gesetzt wird, die Capacität, und es würde die Geschwindigkeit selbst die Intensität bedeuten, so dass die Formel der Energie $L = \frac{1}{2} m v^2$ lautet. Die Quantität der Wärmeenergie soll nach Dressel in allen Fällen die Entropie sein. Aber abgesehen davon, dass die spezifische Wärme hierbei ganz ausser Acht gelassen wird, beruht seine Beweisführung nur auf Analogieschlüssen und geht von der nicht gerechtfertigten Annahme aus, dass die Entropie bei Wärmeübergängen constant bleibe. Der Verfasser sieht sich daher genötigt, die Richtigkeit des Clausius'schen Satzes von der Entropievermehrung zu bestreiten und die allgemeine, auch von ihm anerkannte Energieentwertung, welche eine Folge jenes Satzes ist, aus dem Bestreben der Energien sich auszugleichen zu erklären. Von der chemischen Energie erwähnt er nur, dass sie zu den Spannungsenergien gehöre. Auf eine weitere Erörterung der Faktoren dieser Energieform geht er nicht ein. Bei der Betrachtung der Energieverschiebungen kommt er zu dem Resultat, dass der Energieverlust des Systems mit höherer Intensität grösser ist als der Gewinn im andern System, und dass daher Energie aufgewendet werden muss, den Vorgang rückgängig zu machen. Es ist dies bekanntlich eine Form, in welcher Clausius den zweiten Hauptsatz ausgedrückt hat. Die Formel des letzteren $Q_1 - Q_2 : Q_1 = T_1 - T_2 : T_1$ wird von Dressel besonders bewiesen, und zwar in einer höchst einfachen und anschaulichen Weise. In betreff der Verwandlungen der Energieformen, die er in Spannungs- und Bewegungsenergien einteilt, beschränkt er sich auf allgemeine Bemerkungen; namentlich betont er, dass das Leben der Organismen nicht in einer blossen materiellen, den Energiegesetzen unterworfenen Wirkung der Molekeln bestehe, sondern dass hier noch ein besonderes Lebensprincip zur Geltung komme.

An verschiedenen Stellen wendet sich der Verfasser polemisierend gegen Ostwald. Jedoch gehören seine Erörterungen mehr dem Gebiete der Philosophie an. In sachlicher Beziehung hat er gegen jenen Forscher nichts einzuwenden.

R. Lüpke.

Programm-Abhandlungen.

Ein Beitrag zur elementaren Theorie des Potentialbegriffs in der Elektrizitätslehre. Teil I: Elektrostatik. Von Joseph Cremer. K. Gymnasium zu Cleve, Ostern 1894. Pr. No. 429. 17 S.

Der Verfasser nimmt in der Frage der Einführung des Potentials in den Schulunterricht eine bejahende Stellung ein, will sich aber nicht auf die Erklärung des Potentials als eines Zustandes im elektrischen Felde beschränken, sondern vielmehr den Arbeitsbegriff zu Grunde legen. Er stellt, im Anschlusse an die bekannte Litteratur, einige elementare Entwicklungen zusammen, doch möchten wir den Standpunkt, den er vertritt, nicht nach diesen Entwicklungen beurteilt sehen. Der Verfasser glaubt, dass von seinem Standpunkt aus dem Schüler am besten gezeigt werden kann, dass auch in der Elektrostatik der Satz von der Erhaltung der Arbeit seine volle Gültigkeit hat; dann darf man aber nicht den fundamentalen Satz, dass der Arbeitswert des Potentials unabhängig von dem Wege ist, auf dem die positive elektrostatische Einheit herangebracht wird, aus dem Princip der Erhaltung der Arbeit folgern. Noch weniger darf man dabei gewonnene und verlorene Arbeit verwechseln (S. 5). Auch sonst nimmt es der Verfasser etwas leicht mit seinen Deduktionen. Für das Potential eines elektrisch geladenen Körpers auf einen Punkt P im elektrischen Felde wird der Wert $V = M/R$ angegeben, wo R die Resultierende aus den Entfernungen des Punktes P von den wirkenden elektrischen Theilchen des Körpers ist; in dem einfachsten Fall einer gleichmässig mit Elektrizität bedeckten Kugel sei also „wegen der vollständigen Symmetrie einer Kugel“ R gleich dem Abstände des Punktes P von dem Mittelpunkt der Kugel! Auch den öfter anzutreffenden Irrtum, dass die Energie eines elektrischen

Leiters gleich dem Produkt aus Potential und Ladung (statt des halben Produkts) gesetzt wird, hat der Verfasser nicht vermieden.

Wir möchten auch bei dieser Gelegenheit betonen, dass elementare Behandlung nicht gleichbedeutend mit ungründlicher oder unklarer Behandlung ist. Was nicht gründlich und klar dargelegt werden kann, sollte überhaupt aus dem Unterricht fern bleiben. Bedenken solcher Art mahnen auch immer wieder zur Vorsicht in dem Gebrauch theoretischer Begriffe wie der Arbeitsbegriff des Potentials, bei denen die Gefahr missverständlicher Auffassung nur allzu nahe liegt; sie führen dazu, der einfachen Zustandsdefinition, wie in dieser Zeitschrift mehrfach geschehen, bei der Einführung den Vorzug zu geben. P.

Versammlungen und Vereine.

Verein zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften.
Dritte Versammlung in Wiesbaden am 15. und 16. Mai 1894. (Schluss.)

B. Erste Sitzung der vereinigten Abteilungen für Mathematik und Physik.

2) Vortrag des Herrn Oberlehrers Dr. C. H. Müller aus Frankfurt a. M. über die Einführung stereometrischer Konstruktionen in den Gymnasialunterricht.

Im Anschluss an die Besprechung des Vortrags beschliesst die Versammlung: In dem stereometrischen Unterricht des Gymnasiums ist das konstruktive Element mehr als bisher zu betonen; die zu weit in den Vordergrund geschobene rein mechanische Behandlung muss mehr zurückgedrängt werden.

3) Vortrag des Herrn Oberlehrers Presler aus Hannover über die Ausbildung der Mathematiker im Zeichnen. -- Beschluss der Versammlung im Anschluss an den Vortrag: Es ist dringend zu wünschen, dass den Studierenden der Mathematik an allen Universitäten Gelegenheit gegeben werde, sich diejenigen Kenntnisse und Fertigkeiten anzueignen, welche zur Erlangung der Lehrbefähigung im Linearzeichnen, insbesondere in der darstellenden Geometrie erforderlich sind.

4) Vortrag des Herrn Professors Dr. Richter aus Wandsbek über das Thema: Wie ist das physikalische Pensum der Gymnasien zu umgrenzen? (Vgl. d. Zeitschrift VII 215). Redner führte Folgendes aus: Es sei schon oft gesagt worden, den Schülern müsse im Unterricht so viel Interesse an der Physik beigebracht werden, dass es im späteren Leben vorhalte. Dagegen sei die Frage bisher wenig beachtet worden, wie der Stoff zu diesem Zweck auszuwählen sei. Nicht massgebend dürfe bei der Stoffauswahl das besondere wissenschaftliche Interesse des Lehrers für den einen oder anderen Gegenstand sein. Der Lehrer müsse sich vielmehr für alles interessieren, was das geistige Wachstum der Schüler fördere. Da das Interesse der Schüler nach dem Verlassen der Schule am meisten lebendig bleibe, wenn ihnen diejenigen Versuche, Gesetze und Hypothesen vorgeführt würden, welche zum Verständnis solcher Erscheinungen nötig seien, die den Schülern im Leben immer wieder entgegen treten, und deren Verständnis demnach einen Bestandteil der allgemeinen Bildung ausmacht, so sei also der Stoff dementsprechend auszuwählen. Das schliesse die mathematische Formulierung der Gesetze nicht aus, denn zur allgemeinen Bildung gehöre auch die auf eigener Erfahrung beruhende Überzeugung, dass in der Natur alles nach mathematischen Gesetzen sich vollziehe. Eine auf diesem Gesichtspunkt beruhende Stoffbegrenzung führe weder zu einer Stoffvermehrung noch -verminderung, wie aus der Vorlage sich ergebe. Das Kriterium der allgemeinen Bildung dürfe jedoch nicht als ein absolutes betrachtet werden. Vielmehr seien manche für die allgemeine Bildung wichtige Gegenstände wie der Begriff des Potentials für Gymnasiasten zu schwierig oder hätten für sie zu wenig Interesse und seien daher auszuschliessen. An den Realgymnasien und Oberrealschulen sei die Stundenzahl erheblich grösser und die Schwierigkeiten für die Schüler wohl geringer als an den hum. Gymnasien, daher könne dort auch der Stoff entsprechend weiter begrenzt sein. -- Eine auf dem geschilderten Princip beruhende Begrenzung des Unterrichtsstoffes sei auch für die Hochschulen die wünschenswerteste, indem sonst den Studierenden auf der Universität zu wenig Neues geboten werden könne. Das sei auch die Meinung vieler Universitätsprofessoren. Freilich müssten diese auch auf das, was bereits auf der Schule durchgenommen worden ist, Rücksicht nehmen und dürften nicht den grössten Teil des Gymnasialpensums in ihren Vorlesungen wiederholen. Damit sie wüssten, was sie bei den auf die Universität kommenden Studierenden voraussetzen könnten, sei wiederum eine Umgrenzung des Schulpensums erforderlich. -- Die Begrenzung des Stoffes

dürfe jedoch nur im Allgemeinen erfolgen, im Einzelnen müsse dem Lehrer Freiheit in der Stoffauswahl gelassen werden.

C. Sitzung der vereinigten Abteilungen für Natur- und Erdkunde.

5) Vortrag des Herrn Oberlehrers Dr. Endemann aus Wiesbaden über politische und volkswirtschaftliche Belehrungen im geographischen Unterricht.

6) Vortrag des Herrn Dr. Kienitz-Gerloff, ord. Lehrers an der Landwirtschaftsschule zu Weilburg, über die Gestaltung des Unterrichts in der Naturgeschichte, zunächst in der Botanik, nach historischen und heuristischen Grundsätzen.

7) Besprechung von Leitsätzen des Herrn Professors Dr. Reichenbach aus Frankfurt a. M. über Forderungen für den Unterricht in der Biologie.

D. Zweite allgemeine Sitzung.

8) Vortrag des Herrn Oberlehrers Lüddecke aus Crossen über den Beobachtungsunterricht in der Natur- und Erdkunde als Unterricht im Freien.

Im Anschluss an die Besprechung des Vortrags erklärt die Versammlung die Einrichtung von Unterricht im Freien für wünschenswert und giebt dem Vorstand anheim, die Behörden von dieser Erklärung in Kenntnis zu setzen.

9) Vortrag des Herrn Direktors Prof. Dr. Schwalbe aus Berlin über naturwissenschaftliche Ferienkurse für Oberlehrer.

Der Vortragende erörtert die allgemeinen Gesichtspunkte, welche bei naturwissenschaftlichen Ferienkursen in Betracht kommen, und giebt einen Überblick über die seit Ostern 1891 in Berlin abgehaltenen Kurse. Für die Lehrer der Naturwissenschaften sei eine Weiterbildung besonders geboten; neue Stoffe müssten von ihnen auf ihre Verwendbarkeit in der Schule geprüft, neue Methoden ihnen zugänglich gemacht, die Kenntnis neuer Lehrmittel unter ihnen verbreitet werden; epochemachende Versuche und neue Thatsachen seien vielen nicht durch Anschauung bekannt, da ihnen ihr Wohnort zu einer solchen nicht zu verhelfen vermöge und litterarische Hilfsmittel, sofern sie vorhanden, für die fehlende Anschauung keinen hinreichenden Ersatz böten; der junge Lehrer habe ferner vielfach zunächst keinen experimentellen Unterricht zu erteilen und sei daher später, wenn er zur Anstellung komme, im Experimentieren nicht geübt. — Von den Fortschritten der Wissenschaft, welche in den Kursen vorgeführt würden, solle indessen durchaus nicht alles in die Schule wandern, die Teilnehmer sollten vielmehr hauptsächlich Anregung empfangen. Bei der Abhaltung von Ferienkursen kämen verschiedene Nebenumstände in Betracht: die Lehrer könnten nicht lange ihrem Berufe fern bleiben, weshalb für die Kurse die Ferien benutzt werden müssten, wodurch andererseits die Teilnehmer der ihnen so nötigen Erholung verlustig gingen; auch sei die pecuniäre Seite der Angelegenheit zu berücksichtigen. Des Weiteren gedachte Redner der Möglichkeit anderer Einrichtungen anstelle der bisher üblichen (Angliederung an ein Schul- oder Universitätsseminar, Entsendung bestimmter Lehrer). — Bei dem ersten, Ostern 1891 stattgehabten Berliner Kursus habe es sich gezeigt, dass wegen des verschiedenen Grades der Geübtheit der Teilnehmer im Experimentieren praktische Übungen in Physik und Chemie allgemein nicht durchführbar seien, dagegen hätte sich die Anleitung zum Ausstopfen und Conservieren von Tieren bewährt. Jedenfalls könnten praktische Übungen in der Naturlehre bei der Kürze der Zeit nur von Nutzen sein, wenn der ganze Kursus ein Specialgebiet zum Mittelpunkt habe wie in Frankfurt die Elektrotechnik. — Redner ging darauf auf Inhalt und Umfang der Berliner Kurse ein und bemerkte zum Schluss, dass in der kurzen Zeit eines Kursus nicht viel gelernt werden könne, ein solcher solle aber auch, abgesehen von der dargebotenen Anregung, vorwiegend ein Bindeglied zwischen Schule und Hochschule darstellen und eine kollegialische Aussprache ermöglichen.

10) Bericht des Oberlehrers Dr. Kadesch aus Wiesbaden über einen Ostern d. J. zu Frankfurt a. M. abgehaltenen Ferienkurs¹⁾.

Der Kursus war vom physikalischen Verein zu Frankfurt eingerichtet. Redner bezeichnete diesen ersten Versuch in Frankfurt eine derartige Einrichtung ins Leben zu rufen, als durchaus gelungen. Der Kursus zerfiel in Vorlesungen, Übungen und Excursionen. Es lasen Herr Professor Dr. König, Dozent der Physik am physikalischen Verein, über Polarisation des Lichts und elektrische Wellen, Herr Dr. J. Epstein, Dozent der Elektrotechnik ebenda, über Dynamik, Herr Dr. de Neufville, Dozent der Chemie ebenda, über komprimierte Gase und über die chemischen

¹⁾ Vgl. diese Zeitschr. VII 214.

Grundlagen der Photographie und des Lichtdruckes und Herr Professor Dr. Rosenberger von der Musterschule zu Frankfurt a. M. über die Entwicklung der Newtonschen Physik. An die Vorlesungen der Herren Dr. Epstein und Dr. de Neufville schlossen sich praktische Übungen an. Der Berichterstatter giebt einen Überblick über den Inhalt der Vorträge der drei erstgenannten Herren. Als am meisten unmittelbar für den Unterricht nutzbringend bezeichnet er die Vorlesungen des Herrn Dr. Epstein, welche wahre Musterlektionen gewesen seien. In den praktischen Übungen, welche Herr Dr. Epstein abhielt, wurden Schwach- und Starkstromgalvanometer, Voltmeter und Elektrizitätszähler kontrolliert und geeicht, Messungen an elektrischen Maschinen und an Bogenlampen vorgenommen u. dergl. m. In den von Herrn Dr. de Neufville abgehaltenen Übungen nahm derselbe das in den Vorlesungen Behandelte noch einmal ausführlicher durch, Auf den Excursionen wurden besucht die Höchster Farbewerke, die elektrische Centrale zu Bockenheim, die Maschinenfabrik von Pokorny & Wittekind und die Fabrik elektrischer Instrumente von Hartmann & Braun daselbst, die elektrische Beleuchtungsanlage des Hauptbahnhofs, die Gasfabrik und die Gold- und Silberschneideanstalt zu Frankfurt. Der Berichterstatter empfiehlt, bei dem Besuch einer gewerblichen Anlage die Teilnehmer in möglichst kleine Gruppen zu teilen, damit jeder derselben ein allgemeines Verständnis des betr. Betriebs gewinnen könne, was sonst wegen des meist vorhandenen Lärms nicht immer möglich sei. — Der Kursus dauerte zehn Tage.

11) Bericht des Herrn Professor Dr. Klein aus Göttingen über die dortigen Ferienkurse²⁾.

Auf Grund der Erfahrungen des ersten Kursus (1892) dauern nach dem Bericht die Kurse je 12 bis 14 Tage und ist zur Verminderung des Stoffs ein zweijähriger Turnus eingerichtet, bei welchem Geographie und Geologie mit Chemie und Mineralogie abwechseln, während Astronomie ganz ausfällt und methodische Vorträge aus dem Gebiet des naturwissenschaftlichen Schulunterrichts sowie solche und Demonstrationen über Gegenstände aus der Mathematik, Physik, Botanik und Zoologie sich jedes Jahr wiederholen. Die Vorträge werden von den Hauptvertretern der betreffenden Fächer selbst gehalten, damit die Universität ihre neue Aufgabe voll und ganz erfüllt. Bei dem diesjährigen Kursus fanden in Physik, Chemie und Mineralogie folgende Vorträge u. s. w. statt. 1. Physik. Experimentalvorträge über die Maxwell'sche Theorie der elektrischen und magnetischen Wirkungen, über Dynamokunde und Kraftübertragung und über das thermodynamische Gleichgewicht heterogener Systeme; Versuche von Hertz und Tesla über schnelle elektrische Schwingungen. 2. Chemie. Vorträge über die Demonstration von Verbrennungserscheinungen mit Rücksicht auf den Schulunterricht und über die Benutzung von Atommodellen für die Zwecke des chemischen Unterrichts; Besichtigung des chemischen Laboratoriums. 3. Mineralogie. Versuche von Abbe über den physikalischen Vorgang bei der Entstehung mikroskopischer Bilder von Objekten, die in durchfallendem Licht betrachtet werden; Vorführung des Apertometers von Abbe; Versuche zur Erläuterung der Analogie zwischen den umkehrbaren Umwandlungen polymorpher krystallisierter Körper und den Änderungen des Aggregatzustandes; Demonstration der Lehrmittel, welche benutzt werden zur Erläuterung der Einteilung der krystallisierten Körper in 32 Gruppen nach den Symmetrieeigenschaften des Wachstums und der Auflösung; Versuche über Wärmeleitung, optisches und pyroelektrisches Verhalten der Krystalle, aus dem die Symmetrieeigenschaften dieser Vorgänge sich ergeben, sowie über Suspensionen und Hinweis auf deren geologische Bedeutung; Besichtigung der Schausammlung und der Sammlung von Wandtafeln. — Die methodischen Vorträge hatten zum Gegenstand eine Darstellung des Unterrichts in der Elektrizitätslehre auf der Oberstufe höherer Lehranstalten aus dem Gesichtspunkt einer einzigen elektrischen Energieform auf Grundlage des Potentials als elektrischen Zustands (nicht als Arbeit!).

Beschluss im Anschluss an die Besprechung des Vortrags und der Berichte: Die Versammlung hat mit grossem Interesse von den Erfolgen der Ferienkurse Kenntnis genommen und spricht den dringenden Wunsch aus, dass derartige Kurse in grösserem Umfange und auch an anderen Orten als bisher eingerichtet werden.

E. Zweite Sitzung der vereinigten Abteilungen für Mathematik und Physik.

12) Vortrag des Herrn Direktors Dr. Kaiser aus Wiesbaden über die Behandlung der Maxima und Minima in der Prima der Oberrealschule.

13) Vortrag des Herrn Professors Dr. Hermes aus Lingen über die Behandlung der Congruenzsätze in der Quarta höherer Lehranstalten.

²⁾ Vgl. diese Zeitschr. VII 214.

14) Bericht des Herrn Professors Pietzker aus Nordhausen über die Ausführung des in Braunschweig angenommenen Leitsatzes über die Umgestaltung des mathematischen Unterrichts im Anschluss an die neuen preussischen Lehrpläne.

15) Vortrag des Herrn Professors Pietzker über die Notwendigkeit der Aufstellung gewisser Normen für die Einrichtung der physikalischen Sammlungen an den höheren Schulen.

Der Vortragende führt aus, dass an den höheren Lehranstalten hinsichtlich der Einrichtung der physikalischen Sammlung grosse Verschiedenheiten vorhanden seien; an vielen Anstalten fehlten unbedingt notwendige Apparate, während sich manches Entbehrliche vorfände, auch sei man bei Neubeschaffung von Apparaten mehr als wünschenswert vom Mechaniker abhängig. Zur Beseitigung dieser Übelstände seien Normalverzeichnisse der Einrichtungen und Apparate nötig, welche die verschiedenen Arten der höheren Lehranstalten besitzen müssten. Redner schlägt die Berufung einer Commission zur Aufstellung solcher Normalverzeichnisse vor, über welch' letztere auf der nächstjährigen Versammlung Beschluss zu fassen sei. Die Versammlung beschliesst, eine Commission von fünf Mitgliedern zu berufen; deren Auswahl und die Feststellung ihres Arbeitsplans wird dem Vorstand überlassen.

F. Ausflug nach Frankfurt a. M.

Es fand hier der Besuch des Instituts des physikalischen Vereins, der Sammlungen der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft, des Palmen- und des Zoologischen Gartens statt.

Im Institut des physikalischen Vereins hielt zunächst Herr Prof. König einen Experimentalvortrag über Hertz'sche Versuche, und zwar waren die Versuche mit den parabolischen Spiegeln ausgewählt worden. Als Elektrizitätsquelle diente eine Influenz-Elektrisirermaschine. Eine solche kann jedoch die erforderlichen sehr schnellen Schwingungen nicht erregen, dazu sind grössere Elektrizitätsmengen nötig. Darum waren die Pole der Maschine mit den Belegen der einen Seite eines Töplerschen Doppelcondensators leitend verbunden, welche ausserdem mit den Kugeln eines Funkenmikrometers in leitender Verbindung standen. Die Belege der anderen Seite waren mit zwei durch Halbkugeln abgeschlossenen Metallcylindern verbunden, die sich in der Brennlinie eines parabolischen Cylinderhohlspiegels aus Zink befanden. Die Belege der ersten Seite des Doppelcondensators wurden nun durch die Influenzmaschine entgegengesetzt geladen. Ihre Ladungen zogen in den entsprechenden Belegen der anderen Seite die ungleichnamigen Elektrizitäten an und stiessen die gleichnamigen Elektrizitäten nach den Metallcylindern, den sog. primären Leitern, ab, zwischen denen sie sich in Form kleiner Fünkchen ausglich. Als die Spannung auf den Belegen der ersten Seite so gross geworden war, dass sich deren Ladungen durch das Funkenmikrometer ausglich, erfolgte auch der Ausgleich der Ladungen der anderen Belege zwischen den Primärleitern. Die hierbei von diesen ausgehenden elektrischen Wellen, welche den Hohlspiegel trafen, wurden parallel zu dessen Axenebene zurückgeworfen. Sie wurden von einem zweiten Hohlspiegel von gleicher Beschaffenheit wie der erste, der diesem in einigen Metern Entfernung gegenüberstand, aufgefangen und nach der Brennlinie desselben reflektiert. Hier befanden sich die secundären Leiter, nämlich zwei Metallbleche, welche mit ihren einen Enden einander gegenüberstanden. Von letzteren führten Drähte durch den Spiegel zu einem kleinen Hertz'schen Funkenmikrometer. Die Wellen riefen in dem secundären Leiter elektrische Oscillationen hervor, welche das Auftreten kleiner Fünkchen zwischen den Kugeln des Hertz'schen Funkenmikrometers zur Folge hatten. Da diese Fünkchen jedoch nur in nächster Nähe sichtbar waren, so bediente sich Herr Prof. König nach dem Vorgange von Boltzmann folgender Versuchsanordnung, um die Oscillationen auf den secundären Leitern dem ganzen Auditorium sichtbar nachzuweisen. Die Mitten der die secundären Leiter bildenden Bleche waren mit den Polen einer Zambonis'schen Säule verbunden, deren einer Pol ausserdem mit der Hülle, der andere mit den Blättchen eines Blattelektroskops in Verbindung stand. Die Blättchen waren stark vergrössert auf einen Schirm projiciert. So lange nun in den secundären Leitern keine Schwingungen durch ankommende Wellen induciert wurden, war das Elektroskop durch die Zambonis'sche Säule geladen und seine Blättchen divergierten. Bei jedem Ausgleich am Funkenmikrometer des Doppelcondensators wurden sie durch die in den secundären Leitern entstehenden Schwingungen entladen und zuckten daher lebhaft bei langsamem Drehen der Influenzmaschine, während sie bei rascher Drehung ganz zusammenfielen. Stellte sich jetzt eine Person zwischen die Spiegel oder wurde ein drehbares Drahtgitter zwischen sie gebracht, dessen Drähte vertical standen, so hörte die Wirkung auf das Elektroskop sofort auf, während sie bei horizontaler Stellung der Drähte andauerte. Darauf wurden die Spiegel gedreht, so dass ihre

Axenebenen einen Winkel von ungefähr 120° bildeten, und an die Stelle der Schnittgeraden dieser Ebenen das Drahtgitter gebracht und zwar so, dass es mit beiden Ebenen gleiche Winkel bildete. Dann zeigte sich eine Einwirkung auf das Elektroskop bei verticaler Lage der Drähte, während bei horizontaler Lage derselben die Elektroskopblättchen ihre Divergenz unverändert beibehielten. Im ersten Falle fand also Reflexion der Wellen am Gitter, im zweiten ungehindertes Hindurchgehen derselben durch das Gitter statt. Nunmehr wurden die Spiegel unter geringer Neigung ihrer Axenebenen nebeneinander und ihnen gegenüber eine aus zwei Teilen bestehende ebene Zinkwand aufgestellt. Befanden sich beide Teile in derselben Ebene, so trafen sich die von ihnen zurückgestrahlten Wellen in derselben Phase und verstärkten einander, weshalb man eine deutliche Einwirkung auf das Elektroskop wahrnahm. Dieselbe hörte auf, wenn die Teile der Wand um 22 cm gegen einander verschoben wurden, trat wieder ein bei 44 cm Entfernung der Wandteile, verschwand wieder bei 66 cm Abstand u. s. f. Bei einer Entfernung von z. B. 22 cm waren demnach die Teile um $\frac{1}{4}$ Wellenlänge von einander abstehend, so dass die von ihnen zurückgehenden Wellen um $\frac{1}{2}$ Wellenlänge in ihren Phasen verschieden waren und sich gegenseitig aufheben mussten. Eine ganze Wellenlänge betrug demnach 88 cm.

Nach dem Vortrag wurde die physikalische Sammlung, das chemische Laboratorium, die elektrotechnische Lehr- und Untersuchungsanstalt, die meteorologische Station, der Maschinenraum und die Accumulatorenbatteie des physikalischen Vereins in Augenschein genommen. Im Maschinenraum führte Herr Dr. Epstein Versuche vor über ein- und zweiphasigen Wechselstrom sowie Thomsonsche Induktionsversuche über die Abstossung von Kupferscheiben durch Elektromagnete im Augenblick der Erregung, die Anziehung beim Aufhören der Erregung, das Fortschleudern und Erwärmen von Ringen und die Rotation von Kupferscheiben bei Erregung durch Wechselstrom. In der Lehranstalt machte Herr Dr. Epstein Mitteilungen über die Art des Unterrichtsbetriebs, in der Untersuchungsanstalt erläuterte er verschiedene technische Methoden (Aichung von Volt- und Ampèremetern, Isolationsmessungen u. dgl.) durch Ausführung der betreffenden Messungen. Schliesslich möge auch die Vorführung des Sömmeringschen Telegraphen im Betrieb durch Herrn Dr. Epstein nicht unerwähnt bleiben.

Die nächste Versammlung soll in Göttingen stattfinden.

A. Kadesch.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin.

Sitzung am 19. Januar 1894. Herr George E. Hale sprach als Gast über die photographische Erforschung der Sonne. (Vgl. *Astronomy and Astro-Physics 1892 und 1893.*) — Herr F. Neesen legte eine Mitteilung von Herrn van Aubel in Brüssel über ein Verfahren, Aluminium mit anderen Metallen zu bedecken, vor, welche der Verfasser aus Anlass des Vortrags vom 1. Dezember 1893 über den gleichen Gegenstand eingesandt hat. — Herr R. Börnstein berichtigt einen störenden Druckfehler in der gemeinsam mit Herrn Landolt von ihm kürzlich herausgegebenen zweiten Auflage der *Physikalisch-chemischen Tabellen*. Dort ist auf Seite 538 unter der Überschrift „die elektrischen Maasseinheiten“ angegeben, die ein Ohm darstellende Quecksilbersäule habe bei 0° und 106,3 cm Länge eine Masse von 14,552 g. Statt dieser letzteren Zahl muss es heissen: 14,452 g.

Sitzung am 2. Februar 1894. Herr E. Goldstein sprach über einige Arten Kathodenstrahlen. (Vgl. *Wied. Ann. LII 622, 1894.*)

Sitzung am 16. Februar 1894. Herr M. Planck hielt eine Gedächtnisrede auf Heinrich Hertz. (Vgl. diese Zeitschr. VII 257.)

Sitzung am 2. März 1894. Herr A. Koepsel hielt einen Vortrag über einen Apparat zur Bestimmung der magnetischen Eigenschaften des Eisens in absolutem Maasse mit direkter Ablesung. — Herr H. E. J. G. du Bois sprach dann über einen Ringelektromagneten zur Erzeugung intensiver Felder. (Vgl. *Wied. Ann. LI 537.*)

Sitzung am 16. März 1894. Herr R. Börnstein sprach über seine elektrischen Beobachtungen bei den beiden Luftfahrten, die er am 18. August und 29. September mit dem Ballon Phönix gemacht hat, er konstatierte beide Male, dass das Potentialgefälle nach oben hin geringer wurde. Es liegen nun die Ergebnisse von fünf verschiedenen Luftfahrten vor, bei welchen unabhängig von einander drei Beobachter, G. le Cadet, R. Börnstein und Baschin fanden, dass mit wachsender Höhe das atmosphärische Potentialgefälle abnimmt. Wenn es hiernach als sehr wahrscheinlich gelten darf, dass diese Wahrnehmung wirklich der regelmässigen Verteilung der Elektrizität entspricht, so muss die Annahme Exners, nach welcher mit dem Wasserdampf

negative Elektrizität in die Luft gelangt, aufgegeben werden. Vielmehr scheint aus den Beobachtungen hervorzugehen, dass in der Atmosphäre Elektrizitätsmassen positiven Vorzeichens vorhanden sind. Herr v. Bezold fügt diesen Auseinandersetzungen des Herrn Börnstein noch einige Bemerkungen hinzu und betont vor allem, dass Beobachtungen auf Bergen, auf hohen Türmen oder mit Drachen nicht geeignet sind, über den Sitz der luftelektrischen Erscheinungen Aufschluss zu geben. Es muss vielmehr das in solchen Fällen unvermeidliche Zusammendrängen der Gleichgewichtsfächen ein scheinbares Steigen des Potentialgefälles mit der Höhe im Gefolge haben, von dem man keineswegs annehmen darf, dass es in gleicher Weise in der freien Atmosphäre vorhanden sei. Man kann deshalb nur von den im Luftballon ausgeführten Untersuchungen die Entscheidung der Frage erwarten, wo man den Sitz der sogenannten Luftelektrizität zu suchen habe. Liegen jedoch solche Messungen vor, dann ergibt sich auch die Antwort unzweideutig in der allereinfachsten Weise. — Herr Th. Gross sprach über die chemische Zerlegung des Schwefels durch Elektrolyse.

Mitteilungen aus Werkstätten.

Einfaches Thomson-Galvanometer für Lampen- und Fernrohrablesung, sowie für Vorlesungszwecke.

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

Als Galvanometernadel enthält dieses Instrument die unter Fig. 1 (links oben) gezeichnete Einrichtung: Durch ein prismatisches, an beiden Enden mit Ösen *ab* versehenes Aluminiumstäbchen *A* sind vier magnetische Nähnadelstücke gesteckt; daran befestigt ist noch ein dünner Planspiegel *S* und ein dämpfender Glimmerflügel *B*.

In die beiden Ösen *ab* sind Kokonfäden eingebunden, welche am Ende eines Messingrohres *R*, Fig. 2 (rechts oben), in Ritzen (es ist nur die obere *d* sichtbar) mit dickflüssiger Schellacklösung eingekittet sind. So bilden die kurzen Kokonfäden *ab*, Fig. 2, die Drehachse der Galvanometernadel, von welcher der Spiegel *S* als Stirnende des Rohres *R* erscheint.

Fig. 3 (Mitte) stellt die perspektivische Ansicht des Galvanometers vor. Das als Bussole dienende Rohr *R* der Fig. 2 ist nunmehr in ein weiteres Rohr *D* eingeschoben und vermittelt des Stöpsels *E* (der, weit vorgeschoben, zum Feststellen der Nadel beim Transport dient) geschlossen. Am anderen Ende des Rohres *D* sind zwischen zwei Flanschen die Galvanometerwindungen *G*, innerhalb welcher nunmehr die Nadel, Fig. 1, schwingt.

Vorn wird das Galvanometer durch eine Überschraube *F* verschlossen, hinter welche man bei Lampenablesung eine Projektionslinse oder bei Fernrohrablesung ein Planparallelglas einsetzt.

Das Ganze ist auf ein einfaches Schubstativ *L* und einen mit Blei beschwerten Fuss *M* montiert; Richtmagnet *N*.

Die Galvanometerrolle *G* ist wegen allgemeiner Verwendbarkeit als Differentialrolle mit je 20 Ohm Widerstand gewickelt; die Empfindlichkeit ist bei Hintereinanderschaltung (40 Ohm) so, dass 1 mm Ausschlag bei 1 m Skalenabstand = 0,0000001 A bedeutet, eine Empfindlichkeit, die für alle gewöhnlichen Experimental- und Vorlesungsversuche (z. B. Induktion, Nullmethoden etc.) vollkommen passt. Zur Reduktion dieser hohen Empfindlichkeit sind dem Instrumente Shunts zu 0,1, 0,01, und 0,001 beigegeben.

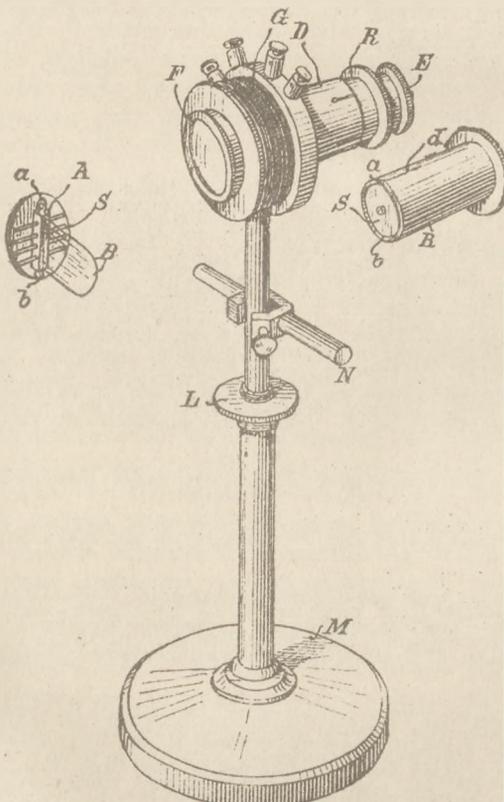


Fig. 1—3.

duktion, Nullmethoden etc.) vollkommen passt. Zur Reduktion dieser hohen Empfindlichkeit sind dem Instrumente Shunts zu 0,1, 0,01, und 0,001 beigegeben.

Correspondenz.

Bemerkungen zu der Kritik des Herrn Dr. E. Maiss über das Lehrbuch der Physik von Edmund Hoppe. (Von der Redaktion gekürzt.)

Erst heute geht mir die Kritik meines Buches im Augustheft dieser Zeitschrift zu. Ich begnüge mich zu den sachlichen Ausstellungen des Herrn Referenten Bemerkungen zu machen.

Die Kritik bezeichnet zunächst die beiden Sätze: „Die Richtung der Kraft fällt mit der Richtung der Bewegung zusammen“, und „Wenn eine Kraft keine Bewegung hervorbringt, so wirkt eine gleich grosse in entgegengesetzter Richtung“, als grundfalsch. Als Beweis giebt Herr Dr. M. den eine schiefe Ebene herabrollenden Stein und das Kräfteparallelogramm an. Sollte wirklich Herr M. noch nie der Gedanke gekommen sein, dass eben wegen der Gültigkeit jener Sätze Newtons resp. Galileis die Zerlegung der Kräfte geschehen muss und die Componente in Richtung der schiefen Ebene die treibende Kraft ist? — Es wird in meinem Buche nicht gelehrt, dass 1. P. S. eine Arbeitseinheit sei. Freilich ist auf S. 10 hinter 75 kgm das im Manuscript stehende p. s. aus Versehen fortgeblieben. Dass das aber ein Druckfehler ist, hätte dem Kritiker aus Aufgabe 5 und 6 klar werden müssen. — Ebenso wenig behaupte ich, dass die potentielle Energie von der geometrischen Lage abhängig sei, sondern ich gebe die Definition Rankines. Dass im weiteren Verlauf der § 76 dem Herrn Kritiker gänzlich unverständlich geblieben ist, kann ich nur bedauern, aus seinen Bemerkungen scheint mir hervorzugehen, dass er Belichtungsstärke, einen, so viel ich weiss, von Magnus zuerst gebrauchten Ausdruck, meint, wo er Beleuchtungsstärke sagt. — Leider verrät der Herr Kritiker auch nicht, worin die Unpräcision der über das Spektrum gegebenen Auseinandersetzung besteht und wo etwas missverständlich wäre. — Geradezu überwältigend aber muss auf den Physiker die Behauptung des Herrn Kritikers wirken, dass die Riemannsche Definition des Potentials unpräcise sei!! Hiernach wird man allerdings nicht von dem Herrn erwarten dürfen, dass er die folgenden Sätze des § 99 versteht. — Es nimmt mich denn auch nicht wunder, dass der Herr Kritiker den bekannten Maxwell'schen Satz von den Einheitskraftlinien, den er übrigens auch schon bei Faraday fast mit denselben Worten finden kann, für so dunkel hält, dass er glaubt „weder der Eingeweihte könne einen Sinn hinein interpretieren, noch ein Schüler einen herauslesen.“ — Dann hält der Herr Kritiker die Hymne: *Ut queant laxis u. s. w.* für überflüssig. Dieser Satz ist in meinem Buche doch wohl durch die Einklammerung schon hinreichend als nebensächlich bezeichnet. Ich habe ihn aber hinzugesetzt, weil die Bezeichnung in vielen Lehrbüchern falsch steht. — Wenn Herr M. ferner die historische Bedeutung des Wheatstoneschen Telegraphen, der bis vor ganz kurzer Zeit in England noch vielfach in Gebrauch war, würdigen will, wird er ihn wohl nicht überflüssig finden, und endlich ist, wenn der Lehrer mit seinen Schülern wirklich einmal auf den doch meist vorhandenen Morseapparaten telegraphieren will, die Angabe der Morsezeichen meines Erachtens sehr notwendig.

Der Herr Kritiker behauptet darauf: Der Satz „Neben den durch das Auge wahrgenommenen Lichtstrahlen werden auch Wellenbewegungen durch den Lichtäther übertragen, welche Wärmewirkungen und chemische Wirkungen ausüben“, stehe nicht auf der Höhe der Wissenschaft. Was die Höhe der Wissenschaft mit dem Satz zu thun hat, ist mir nicht verständlich, sollte der Herr Kritiker vielleicht statt des Wortes „neben“ das Wort „ausser“ wünschen? Die weiteren Behauptungen des Herrn Kritikers, dass ich die Combinationstöne als Resultat von Schwebungen, das Flüssigwerden eines Gases als bloß vom Druck abhängig hinstellte, sind einfach nicht wahr. Davon steht in meinem Buche nichts! Dass auch die Metallplatten, durch welche der Strom in ein Elektrolyt eintritt, Elektroden genannt werden, nicht nur die Oberflächen derselben, kann der Herr Kritiker in Wiedemanns Lehre von der Electricität u. s. w. hinlänglich nachlesen. — Herr M. erklärt endlich, dass es keinen „Phasen- oder Drehstrom“ gebe. Aber noch in einem der neuesten Hefte der *E. T. Z.* findet man Bemerkungen des Herrn v. Dolivo-Dobrowolsky über den „Drehstrom“. Und was die Bezeichnung „Zwei-, Dreiphasenstrom“ betrifft, so war ich wohl der erste, der in einem Bericht über die Frankfurter Ausstellung vorschlug, den Namen „Drehstrom“ durch „Zwei-, Drei- u. s. w. Phasenstrom“ zu ersetzen. Da die Technik diesem Vorschlage nicht allgemein gefolgt ist, so halte ich ein Schulbuch nicht für den geeigneten Ort, dergleichen einzuführen.

Im folgenden Absatz der Kritik vermisste ich die Logik. Es wird in demselben gefordert, dass nicht Begriffe zuerst angewendet, dann erst definiert werden. Aber solche Fälle führt die Kritik gar nicht an, sondern nur den, dass das Maass der Kraft später kommt als das Kräfteparallelogramm, und dass das Gesetz der Erhaltung der Energie in der Mechanik seinen Platz erhalten hat. Für das erste ist zu bemerken, dass für Maass hätte absolutes Maass von dem

Herrn Kritiker gesagt werden müssen! Für das zweite wäre es mir sehr interessant zu erfahren, wohin Herr M. denn das Gesetz von der Erhaltung der Energie nach seinen „methodischen“ oder „systematischen“ Grundsätzen stellen will! Zu dem Vorwurf, dass die Undulationstheorie nicht begründet sei, bemerke ich: Hat der Herr Kritiker den § 77 meines Buches nicht gesehen, wo die Bedeutung des Foucaultschen Versuches durchaus dargelegt ist? Ferner vermisst die Kritik eine Definition des Wesens der Elektrizität. Es wäre für den Herrn Kritiker zweifellos eine sehr dankenswerte Aufgabe eine unanfechtbare, für Schüler verständliche Definition zu finden, bisher ist dieselbe noch nicht geliefert und ich war auch nicht so glücklich, diesen Stein der Weisen zu finden. Oder wünschte der Herr Kritiker etwa, dass ich Franklins oder Symmers Hypothese an die Spitze stellen sollte? Wie man aber aus dem Fehlen dieser Hypothese auf die Notwendigkeit eines dogmatischen Unterrichts kommen will, ist mir unerfindlich. Dass in demselben Sinne die unbegründeten Tadel gegen einzelne Aufgaben zu besprechen wären, wird der Leser schon selbst finden. Dass in Bezug auf die Systematik die Hauptabschnitte des Buches nur nach dem hauptsächlichsten Inhalt der Kapitel bezeichnet sind, nicht nach allen Einzelheiten desselben, verdient meiner Meinung nach keinen Tadel, da die Paragraphen-Einteilung hinlänglich das Zusammengehörige in kleinere Gruppen zerlegt. Die Übersichtlichkeit würde durch Mehrtheilung oder lange Überschriften schwerlich gewinnen.

Hamburg, 6. October 1894.

Dr. Edm. Hoppe.

Erwiderung.

Die vorstehenden Bemerkungen zu den sachlichen Ausstellungen an dem Lehrbuch von Dr. E. Hoppe sind nicht durchweg sachlich ausgefallen. Ich könnte über dieselben mit Still-schweigen hinweggehen, wenn nicht die Rücksicht für den Fachgenossen mich bewegte, einige Misverständnisse aufzuklären.

Da habe ich erstens zu zeigen, dass ich nicht Dinge bemängelt habe, die gar nicht im Buche stehen. Auf S. 10, Z. 24 ff., ferner in Aufg. 3, 5 und 6 ist consequent die Angabe einer Arbeit in P. S. verlangt und die Gleichwertigkeit von 1 P. S. und einer gewissen Anzahl Erg ausgesprochen; ja auch weiterhin im § 55, Aufg. 5 heisst es: „es soll die Arbeit in Pferdekräften berechnet werden“. Meine Behauptung, in dem Buche seien die Grössen Arbeit und Leistung nicht auseinander gehalten, fusst also auf dem, was im Buche steht. Der „Druckfehler“ könnte, falls er zweimal (im Text und in Aufg. 3) unterlaufen sein sollte, nur die Gebrechen an diesen zwei Stellen rechtfertigen; um auch die Mängel in den Aufg. 5, 6 und § 55 wegzubringen, müssten noch weitere „Druckfehler“ entdeckt werden. — Bezüglich der potentiellen Energie eines Körpers habe ich genau angegeben, was im Buche fehlt, musste also vorher alles beachten, was im Buche steht. Rankines Werke wären übrigens geeignet gewesen, behufs Aufklärung dieses schwierigen Begriffes noch mehr zur Verfügung zu stellen. — Auch mein Urteil betreffs der Erklärung der Combinationstöne ist aus dem Wortlaute des besprochenen Lehrbuches geschöpft. S. 50, Z. 1 v. o. heisst es, „wenn die Tonhöhen wenig verschieden sind, so bilden sie (!) Schwebungen; wenn die Schwingungszahlen um mehr als 33 Schwingungen (!) differieren, so bilden sie (?) Combinationstöne.“ Der letzte Satz hat nur einen Sinn vom Standpunkte der veralteten Theorie aus, nach welcher die Combinationstöne so aus raschen Tonstössen wie die gewöhnlichen Töne aus raschen Luftstössen entstehen; er hat keinen Sinn für den, der „auf der Höhe der Wissenschaft“ d. h. hier auf dem Boden der auch die Summationstöne erklärenden Helmholtz-schen Forschungsergebnisse steht. — S. 34 steht: „Umgekehrt kann in einem Raume von bestimmter Temperatur ein Körper nur bis zu einem gewissen Maximaldruck in dampfförmigem Zustande verharren.“ Nun wird bekanntlich CO_2 in einem Raume von $50^\circ C.$ bei keinem Drucke flüssig; es giebt also bei dieser („bestimmten“) Temperatur einen in dem citierten Satze verlangten Maximaldruck nicht. Mit der allgemeinen Forderung dieses Maximaldruckes ist zugleich, wenn auch implicite, thatsächlich im Buche behauptet, dass das Flüssigwerden eines Gases vom Druck allein abhängt. Deshalb wurde der Satz beanstandet; dass in einer „historischen Anmerkung“ ein besserer Ausdruck für diese Thatsachen vorkommt, macht den Satz selbst nicht richtig.

Zweitens muss ich auf Stellen meiner Recension, denen die „Bemerkungen“ einen ihnen ganz fremden Sinn unterlegen, erläuternd zurückkommen. Die Kritik vermisst durchaus nicht „eine Definition des Wesens der Elektrizität“; sie findet im Gegenteile, dass in dem in Rede stehenden Lehrbuche eher zu viel als zu wenig „definiert“ wird. Sie glaubt vielmehr, dass der Schüler das Recht hat, zu erfahren, was hier und was dort unter dem Worte Elektrizität verstanden wird, und dass es ihm noththut, im Buche eine Anleitung zu finden, wie er „Elektrizität“ und „Elektrizitätsmenge“ auseinanderhalten solle; um zu verstehen, was es heisst, „ein Elektrometer misst Elektrizität“, bedarf es sogar noch mehr als blos dieses Auseinanderhaltens. — In

der Recension ist auch nicht gesagt, welche Hypothese zum Zwecke einer übersichtlichen Zusammenfassung der mannigfaltigen elektrischen Erscheinungen heranzuziehen sei, und wo dieselbe hätte eingeführt werden sollen; dass keine ausdrücklich, wohl aber u. a. durch strikte Benützung der Nomenklatur die Zwei-Fluidentheorie versteckter Weise, wo man sie gerade braucht, so eingeführt erscheint, dass Niemand mehr erkennt, was Resultat der Beobachtung, was Folgerung aus der Theorie ist, macht, dass das Buch hier eine naturwissenschaftliche Denkweise zu fördern nicht geeignet ist. — Aus dem Gegensatz, welchen die Recension deutlich ausspricht, geht wohl hervor, dass nicht das Wort Drehstrom sondern das Wort „Phasenstrom“ bemängelt worden ist. Dieses ist ja neu und dieses hat keinen Sinn, ausser, wenn man findet, dass es richtig ist zu sagen, „man leitet eine Phase (!) in einen Draht“ (S. 114, Z. 5 v. o.).

Endlich drittens liegt es mir ob, nachzuweisen, dass auch die übrigen in den „Bemerkungen“ angezweifelte Behauptungen meiner Recension wohlüberlegt und vollberechtigt waren, so dass sie durch die „Bemerkungen“ nicht erschüttert werden können. Es wird wohl zunächst kein Leser dieser Zeitschrift erst nachschlagen müssen, um zu glauben, dass Riemann, Faraday und Maxwell die offenbaren Unrichtigkeiten der §§ 99 und 109 nicht verschuldet haben können: — ee'/r ist eine Arbeit, während Potential eine Grösse ganz anderer Dimension, nämlich eine Arbeit pro Ladungseinheit, ist, des Fehlers im Texte des § 99 gar nicht zu gedenken; und mehrere parallele Gerade durch einen Punkt zu ziehen, ist eine widersinnige Forderung im § 109. Man kann eben den Begriff Kraftöhre nicht ohne weiteres durch Kraftlinie ersetzen. — Dass Wiedemann nicht die Elektrodenplatten mit den Elektroden verwechselt, zeigt ein Blick in seines Werkes II. Band § 534. — Ein Spektrum ist nicht eine „Darstellung“, sondern eine beleuchtete Stelle auf einem Schirm: da das *genus proximum* unrichtig angegeben ist, ist die Definition schlecht. Übrigens verdient, wie die „Bemerkungen“ über den Wortlaut der Recension hinaus annehmen, in der That die ganze „Auseinandersetzung“ über das Spektrum entschieden Tadel; sie ist ein Muster einer Experimentelles und Theoretisches confundierenden Darstellung. — Weder „neben“ noch „ausser“ den Lichtwellen werden Wärme- und aktinische Wellen „durch den Lichtäther übertragen“ (§ 86). Eine nähere Belehrung über diese Sache ginge wohl über den Rahmen einer Erwiderung hinaus. — Auch handelt es sich (§ 76) nicht um die Frage: „Belichtungs- oder Beleuchtungsstärke“, sondern um die Unterscheidung von Beleuchtungsstärke und Leuchtkraft. Die Recension hat ja nicht ein Lehrbuch der deutschen Sprache, sondern ein Lehrbuch der Physik zum Gegenstande gehabt. — Angesichts des Vorwurfes, die Undulationshypothese sei nicht befriedigend behandelt, verweisen die „Bemerkungen“ auf § 77. Dieser Hinweis ist aber nur geeignet, den Vorwurf eines methodisch ganz verkehrten Lehrganges in dem besprochenen Lehrbuche noch zu erhärten. Ehe noch von der Thatsache der Lichtbrechung und von der Beschreibung der Erscheinung die Rede war, ohne dass selbst auch nur in der Wellenlehre die Beziehung des Brechungsverhältnisses zur Fortpflanzungsgeschwindigkeit erwähnt ist, wird dem Schüler hier zugemutet, dass er einsehe, Foucaults Versuch entscheide gegen die (ihm so wenig, wie bisher die Undulationshypothese bekannte) Emissionshypothese! — An dieser Verkehrtheit festhaltend merkt man freilich nicht warum das Arbeitsprincip nicht gleich im Anfange der Mechanik zum Princip der Erhaltung der Energie verallgemeinert werden sollte, und dass über calorische, elektrische, chemische Energie und über Transformationen solcher Energien vorher die nötigen Aufklärungen gegeben werden müssen. — Wirken an einem materiellen Punkte m zwei Kräfte von gleicher Stärke in entgegengesetzter Richtung, so bringen dieselben keine Änderung des Bewegungszustandes von m hervor. Dieser Satz ist richtig aber nicht einfach umkehrbar. Jeder Kraft schreiben wir ferner eine Richtung zu (es geschieht das z. B. auch im § 5 u. a. O.) Nun ist es aber nach § 4 denkbar, dass eine Kraft „keine Bewegung“ hervorbringt. Wie kann in diesem Falle die „Richtung der Kraft mit der Richtung der Bewegung“ zusammenfallen? So sind also wirklich auch diese beiden beanstandeten Sätze falsch, und die „Bemerkungen“ fügen zu den Fehlern des Lehrbuches noch einen hinzu. Denn zu schliessen: Weil die Richtung der Bewegung längs der schiefen Ebene mit der Richtung der Kraft -- soll heissen des bewegenden Anteils der Kraft -- zusammenfällt, muss die Schwerkraft in zwei Componenten zerlegt werden, ist ja naturwissenschaftlich ebenso verkehrt, wie die Art der Bewegungen frei fallender Körper aus der Constanz der Schwerkraft zu folgern, worüber in dieser Zeitschrift schon wiederholt Belehrungen zu finden waren. Dass auch diese Mängel nicht auf Galilei oder Newton zurückgeführt werden dürfen, bedarf kaum der Erwähnung.

Den sachlich nirgends stichhaltigen „Bemerkungen“ gegenüber müssen wir demnach unser Urteil über das Hoppe'sche Lehrbuch aufrecht erhalten.

Wien.

Dr. Eduard Maiss.

Zu der Mitteilung über „Gefässbarometer mit Compensation“ von E. E. Böhm im Jahrgang VII Heft 6 (S. 292) wird uns auf eine diesbezügliche Anfrage von Herrn R. Fuess bestätigt, dass solche „Gefässbarometer mit reduzierter Skala“ seit mindestens 50 Jahren bekannt und heute allgemein auf den preussischen meteorologischen Stationen im Gebrauch sind. Auch von einer Kugelform des Gefässes dürfe man kaum noch sprechen, denn solche Barometer würden wohl nur noch von wenigen Thüringer Glasbläsern angefertigt und als „Wettergläser“ bei der ländlichen Kundschaft abgesetzt. Selbst die einfachsten heute gefertigten Barometer pflegen cylindrische Gefässe zu haben.

F. A., Bremen; J. S., Raudnitz. — Die didaktische Behandlung der Brückenwaage von K. Zahradniček im 6. Heft des vorigen Jahrgangs (S. 290) unterscheidet sich von den sonst üblichen durch eine eigenartige Fragestellung und schien deshalb trotz umfangreicherer Rechnung beachtenswert. An einfacheren elementaren Darstellungen fehlt es nicht, vielleicht die kürzeste und durchsichtigste findet sich im Lehrbuch der Physik von P. Reis (7. Aufl. S. 131).

Bemerkungen zu der astronomischen Tafel für 1895.

Die Karte I stellt den nach Länge und Breite eingeteilten Tierkreis mit den Fixsternen bis zur vierten Grösse dar. Die Örter der Sonne für bestimmte Tage der am unteren Rande stehenden Monate sind unmittelbar angegeben, die der Planeten und des Mondes sind aus den Karten III bis VII zu übertragen. Ausserdem enthält die Karte I eine Kurve, deren Ordinaten die Zeitgleichung in Minuten für die Sonnenlängen als Abscissen angeben. Die Karte II dient zur Vergleichung der auf die Ekliptik und der auf den Äquator bezüglichen Coordinaten eines Sterns. Ihre Brauchbarkeit wird durch folgende Tabelle erhöht, aus der zu dem halben Tagesbogen ($\frac{1}{2} T$) eines Gestirns für die Breite von Berlin zu entnehmen ist: die Deklination = δ , die Morgen- und Abendweite = w (nördlich +, südlich -), die Verfrühung des Aufgangs oder Verspätung des Untergangs durch die Refraktion = ρ , endlich $\Delta(\frac{1}{2} T)$ und Δw , d. h. die Änderungen, die $\frac{1}{2} T$ und w erleiden, wenn die Breite des Beobachtungsortes um 1° wächst. Von den Doppelzeichen \pm bezieht sich das obere auf die in der oberen Reihe stehenden Werte von $\frac{1}{2} T$.

$\frac{1}{2} T$	19h 30m 12h 30m	9h 0m 3h 0m	8h 30m 3h 30m	8h 0m 4h 0m	7h 30m 4h 30m	7h 0m 5h 0m	6h 30m 5h 30m	6h 0m
δ	$\pm 31^\circ$	28°	25°	21°	16°	11°	6°	0°
w	$\pm 59^\circ$	52°	44°	36°	28°	19°	9°	0°
ρ	7^m	6^m	5^m	5^m	4^m	4^m	4^m	4^m
$\Delta(\frac{1}{2} T)$	$\pm 11^m$	8^m	6^m	5^m	3^m	2^m	1^m	0^m
Δw	$\pm 2^\circ$	2°	1°	1°	1°	0°	0°	0°

In den folgenden Beispielen ist Aufgangs-, Culminations- und Untergangs-Zeit mit A , C , U abgekürzt.

1. Für die Sonne am 1. Januar 1895 ergibt sich aus Karte I und II $\alpha = 18^h 47^m$, $\frac{1}{2} T = 3^h 43^m$, dazu aus obiger Tabelle $\delta = 23^\circ$, $w = -40^\circ$, $\rho = 5^m$. Nach wahrer Sonnenzeit geht die Sonne auf um $24^h - 3^h 43^m = 20^h 17^m (= A)$, culminiert um $0^h (= C)$, geht unter um $3^h 43^m (= U)$. Diese Angaben werden durch Addition der Zeitgleichung ($= 4^m$) in mittlere Zeit verwandelt. Da aber seit dem 1. April 1893 die Uhren in Berlin um $6^m 25^s$ vorgehen, so hat man im ganzen die obigen Zeiten um 10^m zu erhöhen, um MEZ zu erhalten. Wird noch die Refraktion beachtet, die den Aufgang um 5^m verfrüht, den Untergang verspätet, so wird $A = 20^h 22^m$, $C = 0^h 10^m$, $U = 3^h 58^m$ MEZ. Der Wert von α besagt, dass am 1. Januar die Sternzeit gegen mittlere Sonnenzeit um $18^h 47^m$ vorgeht.

2. Für Aldebaran oder das Auge des Stieres ist die Rectascension $\alpha = 4^h 30^m$, $\frac{1}{2} T = 7^h 30^m$, also nach der Tabelle $\delta = 16^\circ$, $w = 28^\circ$, $\rho = 4^m$. Daher ist nach Sternzeit täglich $A = \alpha - \frac{1}{2} T = 21^h 0^m$, $C = \alpha = 4^h 30^m$, $U = \alpha + \frac{1}{2} T = 12^h 0^m$. Man verwandelt dies für den 1. Januar in wahre Sonnenzeit, indem man $18^h 47^m$ abzieht (d. h. $5^h 13^m$ zulegt). Dazu kommt noch die Zeitgleichung

und die Reduktion auf MEZ, im ganzen 10^m . Wird auch noch die Refraktion beachtet, so ist $A = 2^h 19^m$, $C = 9^h 53^m$, $U = 17^h 27^m$ MEZ.

3. Mars steht am 1. Januar auf der Verbindungslinie von α in den Fischen mit β im Widder. Man findet $\alpha = 1^h 53^m$, $\frac{1}{2} T = 7^h 6^m$; $\delta = 12^\circ$, $w = 21^\circ$, $\rho = 4^m$, hieraus nach Sternzeit $A = 18^h 47^m$, $C = 1^h 53^m$, $U = 8^h 59^m$, endlich unter Beachtung der Refraktion nach MEZ: $A = 0^h 6^m$, $C = 7^h 16^m$, $U = 14^h 22^m$.

4. Jupiter ist am 1. Januar noch rückläufig und steht nahe bei dem Stern η in den Zwillingen. Man findet $\alpha = 6^h$, $\frac{1}{2} T = 8^h 20^m$; $\delta = 24^\circ$, $w = 41^\circ$, $\rho = 5^m$. Daher $A = 21^h 40^m$, $C = 6^h$, $U = 14^h 20^m$ nach Sternzeit, und, mit Beachtung der Refraktion, $A = 2^h 58^m$, $C = 11^h 23^m$, $U = 19^h 48^m$ MEZ.

Sucht man ebenso den Aufgang und Untergang des Mondes zu berechnen, so kann das Resultat um etwa $\frac{1}{4}^h$ von dem wahren Werte abweichen, da sich der Mondort aus Karte VII in ungünstigen Fällen um 4° falsch ergeben kann. Denn die Karte stellt den elliptischen Mondlauf für den mittelsten siderischen Monat des Jahres dar. Die von der Jahreszeit abhängigen Störungen (Variation, jährliche Gleichung, Evection), deren Betrag auf 2° steigen kann, sind unbeachtet geblieben, um diese Mondbahn auch für die anderen Monate brauchbar zu machen. Da sich aber für Anfang und Ende des Jahres das Perigäum um 20° verschiebt, so kann die benutzte Mittelpunktsgleichung um 2° falsch sein, und dieser Fehler kann in ungünstigen Fällen in gleichem Sinne wie der oben erwähnte wirken. Da am 6. Dezember 1894 ein siderischer Monat mit der Stellung des Mondes im Anfangspunkt der Ekliptik beginnt, so steht der Mond am 1. Januar 1895 (= 32. Dezember 1894) in dem Punkt 26, im Wassermann. Seine Länge ist 345° , die der Sonne ist 281° , folglich steht der Mond 64° links von der Sonne. Die Phase liegt zwischen Neumond und erstem Viertel. Die Breite der Sichel ist $= 1 - \cos 64^\circ$, etwa $= \frac{1}{2}$, wenn der Radius der Mondscheibe $= 1$ gesetzt wird.

An den Bahnen der unteren Planeten lässt sich leicht nachweisen, dass die Zeit von einem Knoten zum anderen immer fast dieselbe, nämlich fast gleich der halben siderischen Umlaufzeit ist, mag der Planet rückläufig eine grosse Bahn zurücklegen oder in schleifenförmigen Bahnen nur wenig von der Stelle rücken. Es sind folgende Conjunctionen von Planeten beachtenswert: 10. Februar Mercur, in grosser Elongation von der Sonne, und Venus, 25. März Mars und Neptun, 25. April Mars Jupiter, 18. Mai Venus Jupiter, 4. Juni Venus Mars. Ferner lässt sich der Grund für die 5 Finsternisse darin erkennen, dass Mond und Sonne nahe dem Knoten in Conjunction oder Opposition treten. Es wird verfinstert: 10. März \odot , 25. März \odot , 20. August \odot , 3. September \odot , 18. September \odot . Nur die Mondfinsternisse sind in Berlin sichtbar.

Die Zahl der Sternbedeckungen durch den Mond ist sehr erheblich, er geht, wie schon 1894, wiederholt über die Plejaden hinweg, eine Erscheinung, die nur alle 19 Jahre wiederkehrt. Nach dem Berliner astronomischen Jahrbuch sind folgende Bedeckungen in Berlin sichtbar:

7 I Plejaden, 8 II und 1 V γ Krebs, 9 V π Skorpion, 6 VI τ Skorpion, 26 VI Regulus, 9 VII δ Steinbock, 17 VII Plejaden, 2 IX ι Wassermann, 29 IX δ Steinbock, 3 X δ Fische, 6 X ϵ Widder, 7 X Plejaden, 11 X κ Zwillinge, 2 XI ϵ Widder, 3 XI Plejaden, 10 XI ρ Löwe, 27 XI δ Fische, 7 XII Regulus, 28 XII Plejaden.

Die Curven für $\frac{1}{2} T$ und α in Karte II bilden ein Netz, das aus kleinen Rechtecken besteht. Durchläuft man aneinanderstossende Diagonalen dieser Rechtecke immer in der Richtung von rechts unten nach links oben, was in der Mitte der Karte durch die kürzere gestrichelte Linie angedeutet ist, so nimmt längs jeder Diagonale α und $\frac{1}{2} T$ um 30^m zu, daher bleibt die Aufgangszeit $A = \alpha - \frac{1}{2} T$ für die durchlaufene Curve constant, diese giebt also, in Karte I übertragen, am Fixstern-Himmel den Ort der Punkte an, die zugleich aufgehen, d. h. die Spur des Horizonts am östlichen Himmel. Die Karte II setzt uns daher in den Stand, die Lage der gerade aufgehenden Sternbilder gegen den Horizont zu bestimmen. Zieht man ebenso Linien durch das Netz, welche überall die Richtung der von links unten nach rechts oben gehenden Diagonalen haben, wie z. B. die längere gestrichelte Linie in der Mitte der Karte, so deuten diese die Lage des Horizonts am westlichen Himmel zu den gerade untergehenden Sternbildern an.

Die Karte VIII zeigt in doppeltem Maassstabe, wie die unteren Planeten die Sonne zu umkreisen scheinen. Die uns näheren Teile der Bahn, auf denen die untere Conjunction stattfindet und die relative Geschwindigkeit der Planeten sehr gross ist, sind stark ausgezogen.

M. Koppe.

Himmelserscheinungen im Januar und Februar 1895.

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

Monatstag	Januar							Februar					
	1	6	11	16	21	26	31	5	10	15	20	25	
Helio- centrische Längen.	265°	279	294	310	328	349	13	41	72	103	132	157	☉ ☉ ☉ ☉ ☉
	299	307	315	323	331	339	346	354	2	10	18	26	
	101	106	111	116	121	126	131	136	142	147	152	157	
	68	71	73	76	78	81	83	86	88	91	93	96	
	92	93	93	93	94	94	95	95	96	96	96	97	
	211	211	211	211	211	211	211	212	212	212	212	212	
Aufst.Knoten. Mittl. Länge.	356°	356	355	355	355	354	354	354	354	353	353	353	☉
	343	49	115	181	247	313	18	84	150	216	282	348	☉
Geo- centrische Recta- scensionen.	341°	38	116	186	250	316	10	76	155	220	288	346	☉ ☉ ☉ ☉ ☉
	276	285	294	303	312	320	329	336	341	343	341	337	
	290	297	304	310	317	323	329	335	341	347	352	358	
	282	287	293	298	303	309	314	319	324	329	334	338	
	28	30	32	34	36	39	41	44	46	49	52	55	
	90	89	89	88	87	87	87	86	86	86	86	86	☉
	214	214	215	215	215	215	216	216	216	216	216	216	☉
Geo- centrische Dekli- nationen.	- 9°	+19	+26	- 4	-27	-20	+ 6	+28	+12	-20	-27	- 6	☉ ☉ ☉ ☉ ☉
	-25	-24	-24	-22	-20	-17	-14	-10	- 7	- 5	- 4	- 6	
	-23	-22	-21	-20	-18	-16	-14	-12	-10	- 7	- 5	- 2	
	-23	-23	-22	-21	-20	-19	-17	-16	-14	-13	-11	- 9	
	+13	+13	+14	+15	+16	+17	+17	+18	+19	+20	+20	+21	
	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	☉
	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-12	-12	-12	-12	-12	-11	☉
Aufgang.	20 ^h 13 ^m	20.12	20.9	20.4	19.59	19.52	19.44	19.36	19.27	19.17	19.7	18.56	☉
	23 ^h 2 ^m	23.45*	4.4	11.45	18.19	20.51	21.37	23.6*	6.15	13.33	18.24	19.28	☉
Untergang.	3 ^h 54 ^m	4.0	4.7	4.15	4.24	4.33	4.42	4.51	5.1	5.11	5.20	5.29	☉
	9 ^h 38 ^m	16.5	21.21	22.29	24.26	4.59	11.4	17.44	20.13	21.20	0.18	6.28	☉
Zeitglch.	+3 ^m 45 ^s	+6.3	+8.7	+9.58	+11.31	+12.45	+13.40	+14.13	+14.26	+14.19	+13.55	+13.15	☉

* Bezieht sich auf den vorhergehenden Tag.

Daten für die Mondbewegung (in Berliner Zeit):

Januar 3 20 ^h 45 ^m 3 ^s Erstes Viertel	Februar 2 13 ^h 9 ^m 7 ^s Erstes Viertel
" 11 13 Mond in Erdnähe	" 9 2 Mond in Erdnähe
" 10 19 43,5 Vollmond	" 9 6 16,6 Vollmond
" 17 11 48,8 Letztes Viertel	" 16 2 2,4 Letztes Viertel
" 25 10 19,6 Neumond	" 22 8 Mond in Erdferne
" 26 7 Mond in Erdferne	" 24 5 37,3 Neumond.

Constellationen. Januar: 2 13^h ☉ in Erdnähe; 5 9^h ♂ ☉; 7 23^h ♀ in Sonnenferne; 9 9^h ♃ ☉; 9 16^h ♀ in oberer Sonnen-Conjunction, wird Abendstern; 18 8^h ♄ ☉; 20 16^h α Scorpii ☉, Bedeckung; 26 11^h ♀ ☉; 26 15^h ♄ ☉; 26 16^h ♀ ☉. — Februar: 1 2^h ♀ ☉, ♀ 0° 35' südlich von ♀; 2 18^h ♂ ☉; 5 12^h ♂ ☉; 5 16^h ♃ ☉; 9 7^h ♀ in grösster östlicher Ausweichung; 10 2^h ♀ ☉, ♀ 2° 39' nördlich; 10 16^h ♀ in Sonnennähe; 13 11^h α Virginis ☉, Bedeckung; 14 17^h ♄ ☉; 24 4^h ♀ ☉; 24 20^h ♀ untere ☉, wird Morgenstern; 26 5^h ♀ ☉.

Meteore. Januar: Maximum vom 1.—3., Minimum vom 18.—24. — Februar: Maximum am 22. gut zu beobachten.

An den mondfreien Abenden beider Monate ist das Zodiakallicht bei ungehinderter Aussicht im Westen als eine schief nach links stehende Pyramide aufzufinden.

Veränderliche Sterne. 1) Algols-Minima Januar 9 15^h (Berl. Zeit), 12 12^h, 15 9^h, 18 6^h, 29 17^h; Februar 1 13^h, 4 10^h, 7 7^h, 21 15^h, 24 12^h, 27 9^h. 2) R, β Lyrae gleich nach dem Dunkelwerden und auch noch in der Morgendämmerung zu beobachten; ebenso δ, μ Cephei, α Cassiopeiae; von η Aquilae sind vor dem Frühuntergange noch Beobachtungen in den ersten Januar-Tagen zu gewinnen; ζ Geminorum, ε Aurigae, β Persei, α, δ Orionis andauernd abends zu beobachten.

J. Plassmann, Warendorf.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagshandlung gestattet.