

Zeitschrift

für den

Physikalischen und Chemischen Unterricht.

VI. Jahrgang.

Viertes Heft.

April 1893.

Über praktische Schülerübungen.¹⁾

Von

Professor Dr. B. Schwalbe in Berlin.

Bei den verschiedenen Normal-Lehrplänen, welche seit Anfang dieses Jahrhunderts zuerst für die Gymnasien und später auch für andere Schulkategorien gegeben worden sind, fällt es auf, dass der naturwissenschaftliche Unterricht, trotzdem dass man unser Jahrhundert das naturwissenschaftliche zu nennen pflegt und den Entdeckungen auf diesen Gebieten volle Anerkennung zollt, im Vergleich mit dem sprachlichen Unterricht eine weit untergeordnete Rolle spielt und für die Jugendbildung und -erziehung nicht ausreichend verwertet wird.

Während nach den Lehrplänen von 1816 an den Gymnasien 18 naturwissenschaftliche Stunden angesetzt waren, ist erst jetzt wieder diese volle Zahl erreicht worden, wie die untenstehende kleine Tabelle²⁾ zeigt.

Da man indess dem Andrängen der ganzen Entwicklung auf die Dauer nicht Widerstand leisten konnte, wurde das Realschulwesen, dessen Anfänge sich auf der freien Basis des vorigen Jahrhunderts entwickelt hatten, auf bestimmte Normen gebracht, ohne aber eine gleichwertige Stellung mit den humanistischen Anstalten zu erlangen. Man glaubte durch Aufinunterung zur Gründung dieser neuen Schulen dem immer stärker werdenden Verlangen nach einer Jugend-erziehung auf moderner Basis hinlänglich nachgekommen zu sein. Freilich blieb auch bei diesen Schulen die linguistische Grundlage bestehen und selbst die neuesten Pläne der Ober-Realschulen zeigen, dass immer noch diesen Fächern die Hauptausbildung der Jugend zufällt. Auch in dem Lehrplane der Ober-Realschule von 1892 finden sich unter den 258 wöchentlichen Stunden 36 naturwissenschaftliche gegen 72 fremdsprachliche (englisch und französisch). Wenn so einerseits die naturwissenschaftliche Seite der Jugendbildung erst im nächsten Jahrhundert Aussicht auf grössere Fortschritte haben wird, so haben andererseits die Pläne von 1892 dadurch einen Bruch mit der Vergangenheit herbeigeführt, dass sie der freien Entwicklung der Schüler mehr Raum schaffen wollen, und es sind jetzt manche Einrichtungen amtlich gestattet, die früher nur unter besonderen Umständen oder auf ganz besonderen Antrag hin eingeführt werden konnten. Zu

¹⁾ Die Abhandlung war ursprünglich zu einem Vortrage im Verein zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften bestimmt. Die Versammlung konnte im Oktober 1892 der Choleraepidemie wegen nicht stattfinden und wurde auf Ostern 1893 (Versammlungsort Berlin) verschoben.

²⁾	Deutsch	Französisch nicht obligat.	Latein	Griechisch	Rechnen und Mathematik	Naturwissenschaften
1816	40		68	43	54	18
1837	22	10	86	42	33	16
1856	20	11	86	42	32	10 (+ 4 fak.)
1882	21	17	77	40	34	18
1892	26	19	62	36	34	18

wissenschaftlichen (technologischen wie historischen und geographischen) Excursionen ist angeregt; fakultative Fächer (Englisch, Linearzeichnen) sind gestattet; die Unterrichtsmethode erlaubt benachbarte Gebiete an den Unterricht anzuknüpfen, und so ist denn auch für zwei Kategorien von Anstalten (R.-G. u. O.-R.) gestattet, die praktischen Übungen auf das Gebiet des physikalischen Unterrichts auszudehnen.³⁾

Schon früher war von einzelnen Lehrern unternommen worden, solche physikalischen Schülerübungen anstellen zu lassen, sei es in der Weise, dass der Schüler in den Unterrichtsstunden vor der Klasse ein Experiment wiederholte und demonstrierte, oder dass in besonderen Stunden einzelne Schüler, die besonderen Eifer hatten, bei dem Lehrer ausserhalb der Schulzeit arbeiteten.

Schon vor der bekannten Deцемberconferenz war darauf hingewiesen, wie wünschenswerth die Einführung solcher Schülerübungen sei und einige Lehrer hatten an einzelnen Gymnasien die Übungen in eigenartiger Weise durchgeführt. Allerdings bestehen bei uns diese Bestrebungen erst seit verhältnissmässig kurzer Zeit, während man in anderen Ländern von vornherein den Gedanken zu verwirklichen gesucht hat, die Physik rein praktisch zu unterrichten. Bei uns ist andererseits für den chemischen Unterricht die entsprechende Einrichtung bereits seit der Zeit getroffen, seit welcher überhaupt ein selbständiger chemischer Unterricht erteilt wurde; man betrachtete es als selbstverständlich, dass die Schüler den Stoff sich dadurch zu eigen machen mussten, dass sie selbst Experimente ausführten; auch waren diesem Unterrichte technologische Excursionen angeschlossen (z. B. in dem Pensum der 1. Klasse der hiesigen ehemaligen Gewerbeschule, jetzt O.-R.). Die Durchführung dieses Unterrichts war deshalb einfacher, weil verhältnissmässig wenig Apparate und Kosten erforderlich waren, während andererseits die Herstellung eines besonderen Laboratorium-Raumes der Bauverhältnisse wegen erschwerend hinzutrat. Es hat sich für diese Übungen im Laufe der Zeit eine bestimmte Praxis herausgestellt, nämlich die, dass die einfachen Reaktionen und die sich darauf gründende einfache qualitative Analyse, beides ausserordentlich bildende Stoffe, zur Übung gebracht werden. Vielleicht wäre es an der Zeit, wenn wiederum mehr versucht würde, die Schüler einige Experimente des Klassenunterrichts in einfacherer leichter Form wiederholen zu lassen. Für den Schüler der obersten Stufe würde die Anstellung der Experimente über Sauerstoff, Wasserstoff u. s. w. eine ausgezeichnete Nachwiederholung sein; nimmt man noch hinzu, dass auch einfachere Präparate hergestellt werden können, Übungen im Bestimmen einfacher Mineralien und Gesteine sich einrichten lassen, die den jetzt so spärlich bedachten mineralogischen Unterricht wesentlich stützen werden, so wird bei richtiger Leitung der Übungen ein hoher Nutzen für die Gesamtausbildung der Schüler erwachsen. Dass auch hier Übelstände eintreten können, Übertreibungen und Missgriffe oder

³⁾ „An den theoretischen Unterricht in der Chemie, in welchem darauf Bedacht zu nehmen ist, dass die Schüler nicht etwa durch gleichmässige Behandlung aller Elemente und ihrer Verbindungen mit Lehrstoff überladen und zu überwiegend gedächtnismässiger Aneignung genötigt werden, sind, zumal an den O. R., in Prima praktische Übungen im Laboratorium anzuschliessen, in welchen die Schüler die wichtigsten Reaktionen der Metalloide und Metalle durchmachen, einfache qualitative Analysen ausführen und leichte Präparate herstellen. Derartige praktische Übungen haben bei richtiger Leitung einen nicht zu unterschätzenden erziehhchen Wert und können unter Umständen auch auf das Gebiet des physikalischen Unterrichts ausgedehnt werden.“ (Lehrpläne S. 58.)

zu laxer Handhabung, ist natürlich; daran leidet jede Einrichtung, deren Durchführung von den einzelnen Persönlichkeiten in so hohem Grade abhängt. Es erklärt sich wohl hieraus auch die Begründung, nach welcher in den Plänen vom 31. März 1882 die Übungen im chemischen Laboratorium für die realistischen Anstalten fakultativ gemacht werden.⁴⁾ Leider wurden solche Urteile öfters von Universitätsdozenten abgegeben, ohne dass sie mit der Art und Weise des Unterrichtsbetriebes bekannt waren. Es trägt eben der Unterricht an der Universität vielfach dem Vorbildungsunterrichte nicht Rechnung; manche Dozenten halten sogar jede naturwissenschaftliche Vorbildung für überflüssig, da sie der Meinung sind, dass der naturwissenschaftliche Unterricht sich noch auf dem Standpunkte der fünfziger Jahre befinde. Trifft es sich nun, dass ein Student, der eine gute naturwissenschaftliche Vorbildung erhalten hat, sich etwas selbstbewusst in dieser Beziehung äussert, so wird dadurch das Urteil des einzelnen Dozenten ungünstig beeinflusst. Gewiss werden daher auch die physikalischen Übungen manchem absprechenden Urteil ausgesetzt sein, man wird es darauf ankommen lassen müssen zu hören, dass sie zu Spielereien, zur oberflächlichen Auffassung, zur Überhebung im Wissen führen, wenngleich man jetzt wohl noch mit einem solchen Urteil zurückhalten müsste, da Schüler, die diese Übungen durchgemacht haben, wohl kaum darauf hin an irgend einer Stelle geprüft werden konnten.

Augenblicklich ist die ganze Einrichtung physikalischer praktischer Übungen noch als ein Versuch zu betrachten, freilich als ein solcher, der an den Stellen wo er zur Durchführung kam, von sehr befriedigenden Erfolgen begleitet war. Aber nur wenn die Sache von vielen Seiten angegriffen wird und wenn die gesammelten Erfahrungen und Anschauungen ausgetauscht werden, ist Aussicht auf dauernden Bestand vorhanden.

Zunächst wird man von der Methode absehen müssen, welche in einigen Instituten in Amerika zur Anwendung kommt und jedenfalls eine originelle Seite darbietet, über deren Erfolg man aber nur aus eigener Anschauung ein Urteil gewinnen könnte. Bei uns würde sie in den ganzen Schulorganismus nicht hineinpassen und wegen der erforderlichen Räumlichkeiten und grossen Kosten auch versuchsweise nicht angewendet werden können. — Die Schüler erhalten zuerst einen experimentellen Unterricht, sind aber dann genötigt, in einem besonderen Laboratorium die Experimente zu wiederholen, indem sie dabei durch Fragen zum weiteren Nachdenken angeregt werden; auch wird der Unterricht in der Weise erteilt, dass sämtliche Schüler von vornherein dasselbe Experiment ausführen, beobachten und daraus Schlüsse ziehen müssen. Der Platz eines jeden Schülers muss vom Lehrer übersehen werden können, und es muss die Ausführung des

⁴⁾ „Das Urteil über die praktischen Arbeiten der Schüler im Laboratorium lautet auch von seiten der Fachmänner noch sehr verschieden. Während die einen auf diese praktischen Übungen im Anschlusse an den Unterricht grossen Wert legen, sehen andere darin nur nutzlose Spielerei, welche noch dazu zur Überschätzung des eigenen Wissens führe. Dass die praktischen Übungen in solche Spielereien ausarten können, ist unzweifelhaft, aber ebenso gewiss andererseits, dass bei zweckmässiger Leitung eine im Laboratorium im Anschlusse an den Unterricht ausgeführte leichtere Arbeit denselben pädagogischen Wert hat, wie die Lösung einer mathematischen Aufgabe. Es liegt darnach weder Grund vor, diese Übungen vom Unterrichte geradezu auszuschliessen, noch auch dieselben von allen Schülern zu fordern. Die Schule wird denjenigen, welche Interesse dafür haben, die Gelegenheit dazu bieten, sie wird aber in den oberen Klassen, in welchen diese Arbeiten allein möglich sind, die allgemeinen Forderungen auf das Notwendigste beschränken müssen, um der individuellen Neigung einen gewissen Spielraum zu lassen.“

Versuchs von allen gleichmässig befolgt werden. Bei uns liesse sich für die Einübung von chemischen Reaktionen, wenn die Laboratorien günstig gebaut sind, ähnliches versuchen. Neben grossen Räumlichkeiten setzt diese Methode, für Physik angewandt, selbst wenn man zwei Schüler zusammen experimentieren lassen will, eine grosse Anzahl von identischen Apparaten, überhaupt aber grosse Mittel voraus. Bei grossen Klassen ist sie überhaupt nicht durchführbar.

Wenn dem physikalischen Unterricht mehr Zeit zugemessen wäre, so würde sich eine ähnliche Methode im Unterricht durchführen lassen, indem unmittelbar im Anschluss an die laufenden Darlegungen ein Teil der Schüler an den Experimentiertisch herantreten und die Versuche wiederholen müsste; ein Ersatz für die freien Arbeiten im Laboratorium würde dies aber nicht sein.

In Amerika ist der physikalische Unterricht auch für Schüler jüngeren Alters eingeführt; auch die Ansätze, die bei uns in dieser Richtung gemacht sind, zeigen, dass es sehr wohl möglich ist, die experimentellen Wissenschaften auf einer früheren Stufe zu verwerten, die Erfahrung an den Realschulen und Gymnasien wird dies für O III bestätigen. Zur Aufnahme in das Harvard College wird eine Vorbereitung in der elementaren praktischen Physik verlangt, und es ist daher eine Anzahl Heftchen⁵⁾ erschienen, die den Zweck haben, dem Schüler die nötigen Anleitungen zu geben. Die Experimente sind z. T. bekannten amerikanischen Physikbüchern (*Trowbridge's New Physics* und *Worthington's Physical Laboratory*) entnommen, auf die bei der Darstellung Bezug genommen wird. Die meisten Experimente sind so eingerichtet, dass dabei irgend eine Messung gemacht werden muss, doch tritt die exakte Maassbestimmung als Zweck nirgends in den Vordergrund. Die Auswahl der Experimente ist vielfach dieselbe wie bei unseren Schülerexperimenten (Photometer, Bilder der Planspiegel, Brennweiten der Linsen, Bilder durch Linsen u. s. w.).

Schon lange hat bei uns der Schulunterricht einzelnen Schülern Veranlassung zu praktischen Übungen gegeben. Das Interesse für den Gegenstand trieb sie dazu, Versuche, die sie gesehen, nachzumachen oder auch Apparate zu bauen, die im Unterrichte nicht einmal vorgekommen waren. Eine solche private Thätigkeit ist von manchen Lehrern als Zeitvergeudung hingestellt worden; man war sich unklar, wie bildend solche Eigenthätigkeit des Schülers ist, wie sie die Freude am eignen Schaffen fördert, wie dadurch die Beobachtung und die manuelle Geschicklichkeit gehoben werden. Auch hierbei war das chemische Experiment vielfach dem physikalischen voraus. Die Apparate für die chemischen Experimente sind billiger und leichter zu beschaffen, die Experimente führen schneller und müheloser zum Ziel, Anleitungen zum Experimentieren (*Stöckhardt, Schule der Chemie*) erleichtern die Ausführung von Versuchen. Doch giebt es auch eine ganze Reihe von physikalischen Versuchen, die sich so zu sagen aus freier Hand anstellen lassen. In der französischen Zeitschrift *La Nature* finden sich seit Jahren Beschreibungen solcher Hausversuche; eine solche Zusammenstellung giebt auch O'Connor Sloane in den *Home-Experiments in science for Old and Young*, und für Amerika ist eine Sammlung unter dem Namen *Experimental-Science-Series for beginners* vorhanden, aus der das Heft über Licht von A. M. Mayer und Ch. Barnard

⁵⁾ Descriptive List of experiments in Physics. Intended for use in preparing students for the admission examination in elementary experimental physics. (Cambridge publ. by the university.)

besonders hervorzuheben ist.⁶⁾ Eine solche Sammlung würde auch für unsere Jugend äusserst zweckmässig und anregend sein. Die Experimente müssten nach den einzelnen physikalischen Abschnitten übersichtlich zusammengestellt werden, die erforderlichen Apparate wären zu beschreiben, ihre Bezugsquellen anzugeben und andere Beobachtungen, die sich anknüpfen, hinzuzufügen. Viele von diesen Experimenten würden sich auch für den Unterricht gut verwerten lassen namentlich da, wo die Mittel zur Beschaffung grösserer Apparate beschränkt sind.

Grosse Anregung vermögen die einzelnen Sammlungen von physikalischen Apparaten von Meiser und Mertig in Dresden zu geben; der Anschaffungspreis für die einzelne Sammlung ist sehr mässig; die Auswahl der Apparate (Reibungs-Elektrizität, Galvanismus, Akustik) ist zweckmässig. Die Apparate selbst sind brauchbar und die hinzugefügte Anleitung ermöglicht es dem Anfänger sich leicht zurecht zu finden und eine grosse Anzahl von Experimenten selbst aufzusuchen. Gewiss wird zu solchen Übungen an vielen Schulen ermuntert werden, die Lehrer werden vielfach bereit sein, wissbegierigen Schülern Auskunft und Anleitung zu erteilen und dieselben darauf hinleiten, dass sie die Versuche nicht gedankenlos spielend, sondern nach Überlegung, in Anschluss an frühere Wahrnehmungen, unter bestimmter Fragestellung machen. Solche Privatarbeiten und Privatübungen werden nun freilich nicht den Vorteil haben können wie systematische Übungen, die einen Bestandteil des Schulunterrichts bilden und, wenn auch fakultativ, dem Gesamtplane angeschlossen und jedem Schüler zugänglich sind.

Auf dem Gymnasium hätten diese Übungen noch den besonderen Wert, dass die Schüler der rein geistigen abstrakten Beschäftigung mit den sprachlichen Fächern gegenüber angeregt werden, selbst „etwas in die Hand zu nehmen, selbst zu sehen und die Wahrheit zu prüfen“. Grade durch solche Thätigkeit wird der Schüler in die Methode der Forschung und der ganzen naturwissenschaftlichen Betrachtung eingeführt werden und Veranlassung erhalten nachzudenken und nach dem Gesehenen Schlüsse zu ziehen.

Es ist daher um so höher anzuschlagen, dass bereits an einigen Gymnasien ohne äussere Veranlassung der Versuch mit solchen Schülerübungen, und zwar mit dem besten Erfolge, gemacht ist.

Im Nachstehenden sollen nun einige Wege, die man einschlagen könnte, einer näheren Erörterung unterzogen werden; es ist natürlich, ja wünschenswert, dass sich verschiedene Methoden ausbauen werden, dass auch die Auswahl, der Umfang des Stoffes verschieden sein werden; die Individualität des Lehrers und der Schüler, die Kategorie der Anstalt, die äusseren gegebenen Bedingungen, die Stellung des Anstaltsleiters zu der Frage werden mitsprechen.

Die erste Voraussetzung für das Gelingen des Versuchs ist, dass ein Lehrer vorhanden ist, der sich mit Lust und Liebe der Sache hingibt und die Idee durchzuführen versucht. Er ist keine kleine Aufgabe, ein Semester lang freiwillig wöchentlich eine grössere Anzahl von Stunden zu opfern, bei den vielen Anforderungen, die an den Lehrer herantreten. Es ist ja nicht nur die Arbeitsstunde (und man wird doch wohl eine Doppelstunde nehmen), welche gehalten werden muss, sondern die Übungen erfordern eine unmittelbare Vorbereitung; sorgfältige Überlegung und Vorbesprechungen mit den Schülern; das Herausstellen der Apparate,

⁶⁾ Light: a series of simple entertaining and inexpensive experiments in the phenomena of light for the use of students of every age. New-York — Appleton.

die Vor- und Nachcontrolle derselben, ihre Einordnung nach dem Gebrauch machen einen ebenso hohen Anspruch an die Zeit, wie die Leitung der Übungen selbst. Eine bedeutende Erleichterung würde eine besondere Sammlung für die Schülerübungen sein, die sich aber bei den meist beschränkten Mitteln nicht wird herstellen lassen.

An einigen Schulen ist es gestattet, dass diese Übungsstunden als Pflichtstunden angerechnet werden, so dass dadurch eine Erleichterung für den betreffenden Lehrer geschaffen wird, wenngleich dann immer noch die übrigen Zeitaufwendungen, wie bei jedem anderen experimentellen Unterricht in Anschlag zu bringen sind. Es liegt auf der Hand, dass nur Lehrer, welche den Unterrichtsstoff voll beherrschen, die Verwertung desselben nach allen Seiten überblicken und experimentellen Schwierigkeiten ganz gewachsen sind, solche Übungen einrichten und fruchtbar machen können. Nur ein Fachlehrer vermag dieselben zu leiten. Man ist jetzt im allgemeinen gewöhnt, gegen das Fachlehrertum zu schreiben und zu reden, da soll die Wurzel vieler Übel stecken, dadurch soll Überbürdung und Einseitigkeit hervorgebracht werden, das Wort ist ein Schlagwort geworden, das gedankenlos nachgesprochen wird, ohne dass der Beweis für die angeblichen Nachteile einer tieferen wissenschaftlichen Bildung des Lehrers in einem Fache irgendwo erbracht ist. Der naturwissenschaftliche Unterricht kann nicht gedeihen, wenn er nicht Fachlehrern, die natürlich auch allgemein gebildet sein müssen, anvertraut wird; sie brauchen nicht Forscher zu sein, dürfen aber auch nicht auf der Stufe stehen, dass sie sich erst mit den Elementen vertraut machen müssen, um überhaupt in dem Fache unterrichten zu können. Das aber müsste beseitigt werden, dass die jungen Lehrer so vielfach ohne genügende experimentelle Erfahrung und Übung an den naturwissenschaftlichen Unterricht herangehen; jeder Lehrer sollte während der Zeit seiner Ausbildung praktische experimentelle Kurse durchmachen, bei denen auf die Erfordernisse der Schule Rücksicht genommen wird, wozu bisher nur an wenigen Stellen Gelegenheit gegeben ist.

Bei den praktischen Schülerübungen ist, so lange sie fakultativ sind, keine Gefahr, dass Kräfte, die der Sache nicht gewachsen sind, die Leitung derselben übernehmen; es werden diejenigen gern bei Seite bleiben, die sich der Aufgabe aus dem einen oder andern Grunde nicht gewachsen fühlen, oder die diese Bethätigung der Schule für überflüssig halten. Freilich wird dadurch auch der Ausbreitung der Übungen ein Hemmnis entgegengesetzt.

Bezüglich der Klassenstufe, auf welcher der Unterricht beginnen soll, kann man der Meinung sein, dass es ähnlich wie bei den chemischen Übungen wünschenswerth sein mag, dieselben erst auf einer höheren Stufe beginnen zu lassen. Aber abgesehen davon, dass sich die chemischen Übungen, wenn sie sich auf Wiederholung der Experimente, Darstellung von Präparaten und Vorführung der Eigenschaften der Körper erstrecken und nicht blos in analytischen Übungen bestehen, zu denen schon eine gewisse Übersicht über die anorganische Chemie gehört, auch auf einer unteren Stufe mit Nutzen treiben liessen, sind die physikalischen Übungen auch deshalb dazu geeignet, weil sie mit dem dem Schüler zur Verfügung stehenden Erfahrungs- und Anschauungsmaterial in näherem Zusammenhang stehen, als die chemischen Übungen.

Da wo solche Schülerübungen eingeführt sind, hat bis jetzt die Erfahrung gezeigt, dass sie gerade auch auf der Unterstufe sehr anregend wirken; sie werden daher schon auf der Klassenstufe beginnen können, wo der physikalische Unter-

richt überhaupt anfängt. Aber auch noch andere Gründe sprechen für den frühen Anfang.

Die Zerteilung des Unterrichts, der Abschnitt nach Untersekunda, hat für alle Schulen, namentlich die Gymnasien, eine grosse Änderung in der Stoffverteilung hervorgebracht. Gerade, wenn aus allen Gebieten Einzelnes herausgenommen werden soll, liegt die Gefahr eines encyklopädischen, unsystematischen Unterrichts ausserordentlich nahe. Es wird daher im physikalischen Unterricht selbst, wenn er sein Ziel erreichen will, zum Denken und zum Verständnis der Umgebung zu erziehen, ein logischer Gang nach wie vor und eine ausgedehntere Durchnahme einzelner Gebiete erforderlich sein, während andere nur ganz kurz berührt zu werden brauchen. Die Schüler kommen dem neuen Gegenstand mit Wissbegierde entgegen, und diese zu befriedigen können die Übungen vollkommen Gelegenheit bieten. Viele von ihnen wünschen ein mehreres aus den Einzelgebieten zu erfahren und so werden die Übungen ein vortrefflicher Anhalt für die Privatbeschäftigung und Privatarbeit der Schüler werden. Dass dabei die Gefahr der Ausartung zur Spielerei vermieden werden muss, ist selbstverständlich, dies ist aber für den Lehrer leicht durchführbar, von einzelnen Fällen abgesehen, da bei manchen Schülern der Hang zur Spielerei so gross ist, dass diese Neigung auch noch in späterem Alter zum Durchbruch kommt. Der frühe Beginn empfiehlt sich aber auch noch deshalb, weil viele Schüler aus der UII in das Leben treten und so Gelegenheit haben, ihre Kenntnisse für das Leben zu erweitern und auszubauen. Dazu kommt noch, dass in dem betreffenden Alter gerade das Bedürfnis nach der Bethätigung im Praktischen sehr gross ist. Die Thätigkeit, welche durch den Handfertigkeitsunterricht den Schülern geboten wird, sagt dann vielen, die sie früher getrieben haben, nicht mehr zu. Die Thätigkeit beim Experimentieren aber übt nicht nur Auge und Hand, sondern führt den Schüler auch dazu, zu überlegen und gemäss der Überlegung zu handeln, und hat so einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die Charakterentwicklung. Wie schüchtern, zurückhaltend treten die meisten Schüler nicht dem ersten Versuch gegenüber, den sie selbst ausführen sollen, sie drehen den Gashahn falsch auf, können die Flamme nicht entzünden und wagen nicht, dies oder jenes anzugreifen, andere hingegen, voll von Selbstvertrauen, werden dadurch, dass ihnen oft die einfachsten Sachen misslingen, zur Erkenntnis geführt, dass sie ihre Fähigkeit überschätzt haben und dass auch die einfachsten Dinge gelernt sein wollen. Auf viele wirkt auch noch der Umstand, dass der Experimentierende bei den Übungen sich selbst von der Richtigkeit der Gesetze überzeugt, dass er gezwungen wird, im Falle der Nicht-Übereinstimmung oder des Nicht-Gelingens sich Rechenschaft von den Gründen zu geben, erziehend ein, so dass die Übungen auch nach dieser Seite hin grosse Beachtung verdienen, zumal bei ihnen auch der Lehrer dem Schüler näher tritt als bei dem gewöhnlichen Klassenunterrichte; die geringe Zahl, der freie Verkehr zwischen Lehrer und Schüler begünstigen dies sehr, und die freie Fragestellung des Schülers an den Lehrer zeigt, welches Vertrauen er gewonnen, welche Gedanken er selbst gehabt hat. Schliessen sich nun noch technische Excursionen dem Unterrichte bzw. den Übungen an, so erhält damit der Schüler auch eine gewisse Einsicht in den Zusammenhang der menschlichen Thätigkeit im Grossen und in die Wechselwirkung zwischen Wissenschaft und Technik, und er kann so die Achtung und Wertschätzung der praktischen Arbeit gewinnen, die für jede Berufsstellung wünschenswert ist. Ausschreitungen, wie

sie im vorigen Jahrhundert bei ähnlichen Versuchen in anderer Richtung in einzelnen geschlossenen Erziehungsanstalten der philanthropistischen Schule vorgekommen sind, können jetzt gar nicht eintreten, dafür bürgt der feststehende systematische Unterricht, der damals nicht vorhanden war.

Eine weitere Frage ist, ob es sich wie bei der Einteilung des Unterrichts empfiehlt, für die Übungen die sonstige Einteilung der Klassen festzuhalten. Bei den grossen Anstalten steht die eine Klassenstufe der anderen persönlich wenig nahe, die einzelnen Stufen sind ausserdem naturgemäss verschieden vorgeschritten und in der Entwicklung steht der Oberprimaner dem Studenten näher als dem Obertertianer oder Untersekundaner; deshalb glaube ich, dass es für Schulen mit grosser Frequenz zweckmässig ist, auch für die Übungen die Klassenteilung beizubehalten, unter der Voraussetzung, dass sich eine genügende Anzahl von Teilnehmern findet, andernfalls nur sich nahestehende Klassenstufen z. B. O I u. U I zusammenzunehmen und Ausnahmen nur zuzulassen, wo individuelle Gründe vorliegen. Die Zahl der Teilnehmer muss eine beschränkte sein, ein Lehrer wird nicht gut mehr als 12 Schüler anleiten können, da namentlich im Anfang seine Gegenwart bei jeder einzelnen Gruppe erforderlich ist, er überall Erklärungen und Hinweise geben und Controlle üben muss. Es ist dabei noch vorausgesetzt, dass Gruppeneinteilung getroffen ist, die sich in jeder Beziehung empfiehlt. Die Schüler regen sich gegenseitig durch Fragen und Vorschläge an, die Vorbereitungen der einzelnen sind verschieden und ergänzen einander, die Gesamthätigkeit der Schüler wird für den Lehrer übersichtlicher. Auch bei den chemischen praktischen Übungen würde man zur Gruppeneinteilung gezwungen sein, sowie Experimente (Darstellungen von Sauerstoff, Kohlensäure etc.) auszuführen sind, während die analytischen Übungen Einzelarbeit erfordern. Am vorteilhaftesten wird es sein, wenn der Physiklehrer, der den Klassenunterricht hat, auch die Übungen leitet, bei kleinen Anstalten ist dies immer möglich, bei grossen Anstalten lässt es sich, wenn die Übungen auf allen Stufen stattfinden sollen, nicht durchführen; grosse Beeinträchtigungen werden aber dadurch nicht herbeigeführt, wenn vorher ein Plan festgesetzt und die Methode genau durchgesprochen wird, auch muss dann jedem die Verpflichtung auferlegt werden, die benutzten Apparate stets in brauchbarem Zustande und gehöriger Ordnung wieder in die Sammlung einzureihen und wenn Beschädigungen stattgefunden haben, dies dem verantwortlichen Verwalter des Cabinets umgehend mitzuteilen. Wo eine besondere Übungssammlung vorhanden ist, werden sich noch weniger Übelstände ergeben; ausserdem ist es auch für den Gebrauch der Unterrichtssammlung nur vorteilhaft, wenn dieselbe so geordnet bleibt, wie sie dem Fortschreiten im Pensum entspricht, ein Ziel, dass aber nur schwer erreichbar ist. Die aus dem Gebrauch des Cabinets durch mehrere Personen entstehenden Schwierigkeiten fallen in kleinen Städten fort.

Allgemein kann man zunächst die Frage aufwerfen, ob und wie weit quantitative Versuche bei den Übungen zu berücksichtigen sind. Ich halte es für durchaus nothwendig, das messende Versuche angestellt werden. Dieselben zwingen den Schüler zu einer ernsteren Beschäftigung mit der Aufgabe als der rein qualitative Versuch. Bei letzterem begnügt sich der Schüler oft mit einer einfachen Ausführung, ohne schärfere Fragestellung, während diese bei den quantitativen Versuchen stets hervortritt.

Freilich werden diese Versuche nicht als wissenschaftliche Messungsversuche einzurichten sein; diese gehören nicht in den Schulunterricht, wo ausserdem

die erforderlichen Apparate gar nicht zur Verfügung stehen können, sondern in den Unterricht der Hochschulen. Sie haben an der Schule nur den Zweck, den Schüler zum schärferen Nachdenken zu veranlassen und ihm zu zeigen, wie die Maasszahlen für bestimmte Eigenschaften gefunden sind (Bestimmung von spezifischen Gewichten, Bestimmung einiger Schmelz- und Siedepunkte u. s. w.) oder sie dienen dazu dem Schüler die Wahrheit eines Gesetzes dadurch einzuprägen, dass er sich selbst davon überzeugt (Bestimmung des Bodendruckes, Abhängigkeit des Volums vom Druck bei Gasen, Mariottes Gesetz, Gleichgewicht der Körper auf der schiefen Ebene, Widerstandsbestimmungen). Auch hier wird von wissenschaftlicher Genauigkeit nicht die Rede sein können, und es soll dieselbe auch gar nicht erreicht werden. Die Berücksichtigung aller Umstände, Einfluss der Temperaturen auf die Ausdehnung der Körper, des Luftdrucks u. s. w. führen meiner Ansicht nach zu weit und gehen über das Ziel hinaus; es genügt, den Schüler dahin zu führen, dass er sieht, welche Einflüsse er hätte berücksichtigen müssen, welche Fehler durch Nichtberücksichtigung einzelner Umstände hervorgebracht werden. Der Schüler soll nicht zum Physiker vorgebildet werden, sondern die praktischen Übungen sollen die allgemeine geistige Entwicklung im Anschluss an die in einem Spezialfach bethätigte Denkübung fördern. Deshalb halte ich es auch nicht für zweckmässig die Schüler sehr viele Messungen derselben Art anstellen zu lassen, um aus den gewonnenen Zahlen das Gesetz ableiten zu können, lange Versuchsreihen über das Mariottesche Gesetz zur Bestimmung von Ausdehnungskoeffizienten u. s. w. ermüden die Schüler, die zum grossen Teil nicht im Stande sind, exakte Messungen auszuführen; gelingt dies doch selbst sehr vielen, die sich dem Fachstudium widmen, nur schwer. Bei manchen Gruppen von messenden Versuchen wird man überhaupt zweifelhaft sein können, ob es gut ist, dieselben hinein zu beziehen; bei den elektrischen Maassbestimmungen scheint es mir ausreichend, Messungen mit der Tangentenbussole und dem Voltameter ausführen zu lassen und Stromstärke- und Widerstandsbestimmungen in einfachster Form vorzunehmen. Einzelne Schüler werden ja immer vorhanden sein, denen man besonderes zumuten kann, aber diese dürfen nicht den Maassstab bilden. Zu den quantitativen Versuchen möchte ich auch die Beobachtungen am Thermometer und Barometer, die Ausmessung von Gegenständen, die Beobachtungen der Windrichtung u. s. w. rechnen. — Andererseits sollen auch rein qualitative Versuche zu quantitativen Beispielen hinführen. Wenn der Versuch mit den Magdeburger Halbkugeln wiederholt oder das Eindrücken einer Blase durch den Luftdruck ausgeführt wird, so darf sich der Schüler nicht mit der Ausführung des Versuchs begnügen, sondern er muss angehalten werden, nach Ablesung der Barometerprobe die Grösse des Drucks, der in Wirkung trat, zu berechnen, und ebenso können bei anderen rein qualitativen Versuchen die concreten Fällen zum Ausgangspunkt für bestimmte Zahlenbeispiele benutzt werden; und um ganz sicher einem mechanischen Nachmachen von Versuchen entgegenzutreten, lässt sich die Forderung nach einer freientworfenen Zeichnung des Apparats benutzen. Übrigens ist die Gefahr, dass der Schüler die Versuche rein mechanisch ausführt, nicht so gross, wie manche glauben, weil sich sehr leicht den gesehenen Versuchen andere anschliessen lassen, auf die der Schüler hingeleitet wird oder die er sich selbst ausdenken muss, und weil die Controlle durch die Fragen des Lehrers unmittelbar Rechenschaft von dem Schüler über sein experimentierendes Handeln verlangt. Am besten wird es sein, die quantitativen und qualitativen Versuche so zu verteilen, dass ein gewisser Wechsel stattfindet.

An Apparaten standen am Dorotheenstädtischen Realgymnasium für die Übungen nur diejenigen zur Verfügung, welche die Unterrichtssammlung enthält. Die Mittel erlaubten nicht, eine besondere Übungssammlung einzurichten, einige Sammlungen von Meiser und Mertig konnten benutzt werden, Anfertigung von neuen einfachen Apparaten seitens der Schüler fand nur in geringem Umfange und vereinzelt Fällen statt. Was die Art und Weise der Durchführung anbetrifft, so wird sich dieselbe am besten ergeben, wenn kurz der Gesamtplan für die Übungen vorgelegt wird, eine Anführung der einzelnen Übungen erscheint dabei nicht erforderlich; auch sind für später Aenderungen vorbehalten, so wie sich bei diesem jetzt auf allen Stufen durchgeführten Unterrichte Veranlassung dazu ergibt. Derselbe wird klarer hervortreten, wenn die Pensenverteilung in der Physik, wie sie jetzt an der Anstalt eingeführt ist, vorausgeschickt wird.

U II. Anfangskursus. 1. Halbjahr: 2 St. Physik, 1 St. Chemie (1 St. physik. Übungen, fak.). Pensum der Klasse: Einzelne wichtige Erscheinungen aus den Einzelgebieten (Wärme, Akustik u. s. w.) im Anschluss an die sogen. allgemeinen Eigenschaften. Mechanik der festen Körper und einfache Maschinen. — Propädeutischer Kursus in der Chemie. (Verbindungs- und Zersetzungserscheinungen, Elemente, chemische Verbindungen, Verbindungsgewicht, Wasserstoff, Sauerstoff, Wasser, Stickstoff, Luft, Salpetersäure, Chlor, Salzsäure, einiges über die Metalle im Anschluss an die einzelnen Nicht-Metalle.) — 2. Halbjahr: 3 St. Physik. (2 St. physik. Übungen, fak.). Die wichtigsten Erscheinungen aus dem Gebiete der Hydro- und Aëromechnik mit Berücksichtigung naheliegender Erscheinungen aus anderen Gebieten der Physik. — O II. Winterhalbjahr: 3 St. Wärmelehre und Meteorologie. Sommer: Magnetismus. Die einfachsten Erscheinungen aus dem Gebiete des Galvanismus. (2 St. physik. Übungen, fak.) — Unter-Prima. 3 St. Sommer: Wellenlehre, Akustik und allgemeine Eigenschaften des Lichts. Winter: Optik, strahlende Wärme, mechanische Wärmetheorie. Ober-Prima: 3 St. Sommer: Galvanismus. Winter: Mechanik, insbesondere mit Rücksicht auf die Begriffe Kraft und Arbeit. (O I u. U I combinirt 2 St. physik. Übungen, fak.). Rückblicke auf die gesamten Gebiete der Physik mit einzelnen Erweiterungen. Auf allen Stufen: Repetitionen, Übungen im Zeichnen von Apparaten und im Lösen einfacher Aufgaben.⁷⁾

In allen Klassen finden, abgesehen von den im Pensum vorgesehenen Repetitionen, von Zeit zu Zeit Repetitionen an den Apparaten und physikalischen Tafeln (Bopp) statt. Einzelne Schüler haben dann die Aufgabe, die Apparate in zusammenhängender Sprache zu beschreiben resp. auch nachher in Thätigkeit zu setzen, andere entwerfen während des Vortrages Zeichnungen an der Tafel. Diese Übungen liegen innerhalb der Unterrichtsstunde, haben zugleich den Zweck, den Schüler an den freien Ausdruck zu gewöhnen, können aber des Zeitaufwandes wegen nicht regelmässig durchgeführt werden. Die Übungen finden vollständig getrennt vom Unterrichte in Stunden statt, die sich meist der Unterrichtszeit anschliessen. In der Untersekunda (1. Halbjahr) wird gleich nach dem Beginn des Klassenunterrichts mit den Übungen begonnen. In den ersten Stunden wird das Wesen der physikalischen und chemischen Änderungen an einzelnen Beispielen auseinandergesetzt und es werden daraus die betreffenden Verallgemeinerungen gezogen,

⁷⁾ Die Übungen waren nur in U II M in den Händen des Lehrers, der den Klassenunterricht hatte, des Direktors, in O II und U II leitete die Übungen Herr Bohn, in U I und O I Herr Beyer, die mich auch sonst schon bei verschiedenen Experimentierkursen unterstützt hatten.

dann folgen besonders wichtige Erscheinungen aus den Hauptgebieten in ganz beschränktem Rahmen. Die an der Übungsstunde teilnehmenden Schüler behalten ihre Plätze bei. Auf dem Experimentiertisch sind die Apparate übersichtlich aufgestellt, welche für die Anstellung der einzelnen vorher mitgeteilten Versuche erforderlich sind. Es werden dabei entweder Versuche gewählt, die die Schüler gesehen, oder solche, die den gesehenen entsprechen und leicht auszuführen sind. Halter, Glasstab, Brenner und was sonst an Kleinigkeiten notwendig ist, befindet sich aufgestellt, doch so, dass der Schüler gezwungen ist, sich die für den Versuch zu gebrauchenden Gegenstände zusammenzustellen. Dabei wird der Schüler veranlasst, möglichst zusammenhängend über das was er beabsichtigt, oder was er ausführt und was er beobachtet, zu sprechen. Wenn sich Fehler oder Schwierigkeiten ergeben, so muss einer der zuhörenden Schüler Auskunft geben oder es wird einer von ihnen dem experimentierenden Schüler zur Aushilfe an den Vorlesungstisch geschickt. Sobald die Schüler weiter vorgerückt sind, werden ihnen auch Versuchsthemata aufgegeben, die sie sich zu Hause überlegen müssen, die aber ganz innerhalb ihres Verständnisses liegen. Zur Durchführung derselben wird auch hier vom Lehrer alles Material zurecht gestellt, da sämtliche Übungen im Experimentieren am Experimentiertische stattfinden. Das Interesse der zuhörenden und zusehenden Schüler ist ein ausserordentlich grosses, sie finden eine günstige Gelegenheit zur teilweisen Repetition, und erhalten die mannigfaltigste Anregung. Beschädigungen von Apparaten kommen hierbei fast gar nicht vor, da der Lehrer das Experiment fortwährend überwacht; auch bei den übrigen Übungen, bei denen der Schüler unter geringerer Controlle die Apparate in Anwendung bringt, sind Beschädigungen im allgemeinen selten gewesen (Beschädigung der Luftpumpe, einiger magnetischer und elektrischer Apparate). Sehr anziehend wirken diese Anfangsübungen dadurch, dass die Schüler gewöhnt werden, Dinge, die jeder zu kennen glaubt, nicht als so einfach anzusehen; wie leicht kann man, wenn der experimentierende Schüler sich gar nicht zurecht finden kann, die übrigen, die die Sache für sehr einfach halten und sich dasselbe zutrauen, überführen, dass sie sich irren und keinen Grund zur Äusserung von Heiterkeit haben! In jeder Stunde werden nicht mehr als 6 bis 7 Schüler direkt selbst experimentierend herangezogen, so dass, da die Zahl der Schüler ungefähr das fünffache beträgt, die Aufgabe, die der einzelne erhält, nie drückend wird. Ja die übrigen Teilnehmer bereiten sich ganz freiwillig auf die dem Einzelnen gegebene Aufgabe vor. Vielleicht erläutern einige Beispiele diese Klassenübungen, wie ich sie zum Unterschiede von den freien Übungen nennen will, noch näher. Themata waren: Ausmessung der Gegenstände des Schulzimmers und seiner Grösse, Bestimmung des Volumens der Körper, Bestimmung des absoluten Gewichtes, Gebrauch der Wage, Bestimmung des spezifischen Gewichtes mit dem Pyknometerfläschchen und ebenso Bestimmung des absoluten Gewichtes und des Volumens regelmässiger Körper; Ausdehnung durch Wärme, (qualitativ), Elektroskop, einige Versuche damit, (qualitativ), Magnetisieren von Stahl, Grundversuche des Magnetismus (qualit.); ferner einfache Versuche mit Jod und Schwefel zur Ermittlung ihrer Eigenschaften, Darstellung von Sauerstoff aus chlorsaurem Kali und aus Quecksilberoxyd, Eisen mit Schwefel, Zinnober und Eisen (Unterschied von Gemenge und chemischer Verbindung); doch es würde zu weit führen, wenn ich alle Themata anführen wollte, zumal dann auch die dazu gestellten Materialien berücksichtigt werden müssten. Um den Umfang der Versuche bemessen zu können, führe ich die für

eine der letzten Stunden festgesetzten Versuche an: Sedimentieren, Filtrieren, Destillieren. — Versuche mit der schiefen Ebene. — Übungen in der Behandlung von Glasröhren, Herstellung einer Spritzflasche. In manchen Fällen wurde auch den Schülern aufgegeben, in Beziehung auf einzelne Körper selbst neue Versuche vorzuschlagen, die dann zum Teil zur Ausführung kamen.

Die Klassenübungen bieten des Anregenden für Lehrer und Schüler sehr viel, verlieren sich nicht, wenn sie nach bestimmtem Gange vorbereitet werden, in planloses Herumexperimentieren und empfehlen sich für diese erste Stufe meiner Ansicht nach als Vorbereitungsunterricht für die weiteren Übungen sehr.

In der anderen, oberen Abteilung der Untersekunda, die einen grossen Teil von Schülern enthält, die die Anstalt verlassen wollen, wurde ein anderer Plan befolgt, der auch mit dem für Obersekunda eingeschlagenem Wege nicht zusammenfällt. Es sollte den an den Übungen teilnehmenden Schülern Gelegenheit gegeben werden, den Überblick über das ganze Gebiet der Physik, das ihnen im ersten Semester angedeutet war, zu erweitern und zugleich einige messende Versuche aus dem Gebiete, das mit ihnen spezieller durchgesprochen war (physikalische Mechanik) anzustellen. Die Zahl der Schüler, die aus dieser Klasse teilnahmen, war so gross (32), dass dieselben Schüler nur alle 14 Tage arbeiten konnten: die Schüler waren in Gruppen von je 4 geteilt, und der leitende Lehrer wurde durch zwei Seminarkandidaten unterstützt, von denen je einer eine Gruppe speziell unter sich hatte. Hierdurch war es möglich, die Schüler möglichst individuell heranzuziehen; bei den qualitativen Versuchen wurde überall darauf hingearbeitet, die Schüler zum Schliessen aus dem Geschehen und Beobachteten zu bringen. — Um den Anfängern den Weg zu erleichtern, wurden am Beginn der Übungsstunden die Themate für die in 14 Tagen stattfindenden Übungen mit den erforderlichen Hinweisen gegeben, so dass die Schüler reichlich Zeit hatten, sich vorzubereiten. Die zu den Übungen selbst erforderlichen Apparate wurden für jeden Platz zurecht gestellt. Die ausgewählten Themata wechselten für die einzelnen Gruppen. Eine Benutzung der Vorbereitungen anderer Gruppen wurde nicht gestattet, auch liess sich dies leicht dadurch erschweren, dass von der zweiten Gruppe andere Versuche resp. Messungen für dasselbe Gesetz verlangt wurden.

Unter anderen wurden folgende Themata durchgearbeitet: 1. Schiefe Ebene, Reibung. 2. Schwerpunkt, Stabilität. 3. Hebel, Rolle, Wellrad. 4. Akustik (Schwingungen eines Stabes, einer Stimmgabel, Saite, Platte, Glocke, Resonanz, Fortpflanzung und Reflexion des Schalles). 5. Optik (Schatten, Photometrie, Spiegel, Berechnung, totale Reflexion, Prisma. 6. Ausdehnung durch die Wärme. 7. Gefrierversuche. 8. Reibungselektrizität ohne Anwendung der Elektrisiermaschine. Die Aufgaben waren also so gewählt, das sie zum Teil den Ausbau des Pensums im ersten Semester vollendeten.

In welcher Weise die Aufgaben gestellt wurden, mag an dem Beispiel des Magnetismus gezeigt werden:

1. Einen Eisenstab an einem Faden aufhängen und dem Magneten nähern (nicht berühren).
2. Umgekehrt, den Magnetstab aufhängen und Eisen nähern.
3. Beobachtung der Stellung eines frei schwebenden Magneten.
4. Ein magnetisiertes Stahlstäbchen auf Kork in Wasser legen. Die Stellung des Magneten beobachten. Einen Magneten beiden Enden des Stabes nähern. Dasselbe mit Magnetstab und Magnetnadel. Gesetz!

5. Den Magnetstab über dem schwimmenden Stäbchen oder der Magnetnadel aufhängen und die Einstellung beobachten.

6. Was geschieht, wenn man den Stabmagneten weiter und weiter entfernt? Warum? (Erdmagnetismus).

7. Eine Stricknadel magnetisieren.

8. Wo hat die magnetisierte Stricknadel die stärkste Anziehung? ebenso der Magnetstab? Untersuchung: a) durch Abreissen eines quer übergelegten Nagels; b) durch Eintauchen in Eisenfeile; c) durch eine Magnetnadel. Die Stricknadel wird in ostwestliche Richtung gebracht und der Magnetnadel genähert. Die stärkste Anziehung ist da, wo die Magnetnadel senkrecht zur Stricknadel steht.

9. Ein Blatt Papier auf den Magneten legen und Eisenfeile darauf streuen.

10. Eine unmagnetische Stricknadel an einen Faden aufhängen, so dass sie völlig horizontal schwebt. (Der Schwerpunkt wird mit der Feile eingeritzt.) Dann magnetisieren und die Stellung beobachten. (Inklination; Erklärung der Deklination und des Kompasses).

11. Einen unmagnetischen Eisenstab über Eisenfeile halten und dem oberen Ende einen Magnetpol nähern. Die Pole des Eisenstabes untersuchen.

12. Papier, Holz, Glas, Kupferblech, Eisenblech zwischen Magnetpol und Eisenstab halten.

13. Mehrere Eisenstücke (Stahlfedern, Nägel und dergl.) hinter einander an den Magneten hängen.

14. Zwei leichte Nägel neben einander an den Magneten hängen. Erklärung der beobachteten Erscheinung und des aus Eisenfeilen gebildeten Barts.

15. Die magnetisierte Stricknadel zerbrechen und die Stücke untersuchen.

16. Die Bruchstücke zusammensetzen und die Trennungsstelle untersuchen.

17. An den Magneten eine unmagnetische Nähnadel hängen und wieder abnehmen. Die Nadel ist magnetisch geworden. Die Pole der Nadel untersuchen. Dasselbe mit Schmiedeeisen.

18. Der magnetisierten Stricknadel ihren Magnetismus durch Glühen entziehen.

19. Ein Magnetstab wird einer Magnetnadel a) in der Richtung der Nadel, b) senkrecht zu derselben genähert. In welcher Entfernung wird die Nadel aus der Ruhelage abgelenkt?

20. Die Magnetnadel in Schwingungen versetzen und den Magnetstab in der Richtung der Nadel nähern. Wann werden die Schwingungen beschleunigt? wann verlangsamt?

Diese Aufgaben wurden in der Weise gelöst, dass die Schüler einer Gruppe abwechselnd je einen Versuch anstellten. Das Resultat jeder Aufgabe wurde in ein besonderes Heft eingetragen.

In der Obersekunda beteiligten sich 22 Schüler, die in 6 Gruppen eingeteilt waren, die zu drei oder vier alle 14 Tage arbeiteten. Hier war der Plan insofern anders, als die Themata nur aus den früheren, eingehender besprochenen Unterrichtsgebieten genommen wurden einschliesslich der Abschnitte, welche das Pensum der Obersekunda bildet, soweit dasselbe mit den Schülern erledigt war. Die Schüler haben hier schon eine viel grössere Selbständigkeit, so dass sie die Versuche selbst zusammenstellen können. Zur Bearbeitung kamen: Schwimmen, archimedisches Prinzip, spezifisches Gewicht, Luftdruck, Heber, Mariottes Gesetz, Luftpumpe, Elasticität, Molekularphysik der Flüssigkeiten, Elektrizität (Anwen-

derung der Elektrisiermaschine, der Leydner Flasche u. s. w.), Ausdehnung fester und flüssiger Körper.

Sehr gut waren diese Übungen hier wie in I verwertbar für solche, die von früher her Lücken in einzelnen Teilen der Physik hatten, sei es, dass diese durch längere Krankheit oder Trägheit entstanden waren. In OI und UI, aus welchen Klassen sich 14 Schüler beteiligten, wurde der Unterricht in den Übungen noch freier gestaltet, die Gruppenbildung aber auch hier beibehalten. Die Themata wurden allen Gebieten der Physik, so weit sie in der Klasse besprochen waren, in bestimmter Reihenfolge entnommen, doch wurde den Schülern eine möglichst grosse Wahlfreiheit gelassen. Ein Teil der Themata betraf Gegenstände, die auf früheren Stufen zur Übung kamen, unter Berücksichtigung schwierigerer Versuche und schwierigerer Abschnitte. Auch wurde in der Methode insofern abgewichen, als alle Schüler sich selbst eine Disposition für ihre Übungen entwerfen mussten, welche vom Lehrer durchgesehen, verbessert, erweitert oder beschränkt wurde. Auch hier möge eine Reihe von Themen folgen, welche im letzten Semester zur Durchführung kamen. 1. Atwoodsche Fallmaschine, Bestimmung und Ableitung der Fallgesetze. 2. Centrifugalmaschine und Versuche damit. 3. Druck der Flüssigkeiten. 4. Genauere Bestimmung der spezifischen Gewichte. 5. Die Ausflussgesetze. 6. Anwendung von Sirenen und vom Monochord. 7. Tönende Flammen und Resonanz. 8. Photometrische Bestimmungen. 9. Optische Instrumente. 10. Messungen mit dem Sextanten. 11. Projektionsversuche. 12. Elektromagnetismus. 13. Versuche mit flüssiger Kohlensäure.

Oft werden absichtlich grössere Gebiete den Schülern zuerteilt, um ihnen Gelegenheit zur Auswahl zu geben, da jeder der Gruppenangehörigen sich eine Disposition zusammenzustellen hatte; auch wurde Anregung gegeben zum Studium einzelner Lehrbücher und zum Lesen von Biographien grosser Forscher und Entdecker. Überall aber wurde festgehalten, dass dieser Unterricht der allgemeinen Bildung dienstbar gemacht werden sollte.

Bei den Übungen in Prima zeigte sich, dass die Wiederholung der Experimente der Unterstufe durchaus nicht nachteilig war. Von der Anführung einer Schülerdisposition mag hier abgesehen werden, ebenso wie von einer vollständigen Zusammenstellung der Themata, da sich einem jedem Fachmanne eine grosse Anzahl derselben darbieten wird. Manche Abschnitte, Polarisation, Interferenz, Einzelnes aus der Elektrodynamik ist gar nicht berücksichtigt. Wo Schüler mit grösserer mechanischer Fertigkeit Neigung haben, sich selbst compliciertere Apparate zu fertigen, werden diese Stunden ebenfalls Gelegenheit dazu bieten.

Ehe ich nun zu den Erfordernissen übergehe, welche für weitere Durchführung dieser Übungen wünschenswert wären, möchte ich auf einige in dieser Zeitschrift schon veröffentlichte Mitteilungen und Vorschläge in Betreff der Schülerübungen kurz eingehen. Die eben beschriebene Durchführung der Übungen auf allen Stufen ist eine Weiterführung der Mitteilungen, welche ich auf der 63. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Bremen gemacht habe. (*Diese Zeitschrift* IV 109, 209 ff.). Herr C. Müller, Frankfurt a. M., hat solche Versuche mit Hilfe der Meiser und Mertigschen Apparate mit gutem Erfolge anstellen lassen. (*Ztschr.* V 109.) Herr Schwannecke hat Beobachtungen zur Ermittlung von Gesetzen (Mariottes Gesetz, Bestimmungen von Ausdehnungskoeffizienten) im Anschluss an die Übungen im Laboratorium (Programm des Königstädtischen R.-G. zu Berlin, Ostern 1891, vergl. IV 315) ausführen lassen. Mit den Prinzipien, wie sie

Herr Poske in dieser Zeitschrift (*IV* 54—61) dargelegt hat und den Anordnungen und Einrichtungen, die von ihm bezüglich der Schülerversuche getroffen sind, stimmen die vorstehenden Erörterungen im wesentlichen überein, auch decken sich die dort gewählten Themata zum Teil mit den am Dorotheenstädtischen R.-G. zur Ausführung gebrachten. Eine ausführliche Darstellung solcher Schülerübungen hat Herr K. Noack in seinem Leitfaden für physikalische Schülerübungen (Berlin, Springer 1892 dem ersten systematischen Leitfaden dieser Art), der kurz in dieser Zeitschrift (*VI* 104) besprochen worden ist und aus dem sich eine Probe in Band *V* 273—282 findet, gegeben; aus letzterer ist der Charakter des Verfahrens vollständig ersichtlich.

Die Aufgaben laufen fast sämtlich auf Messungen hinaus, und es treten die qualitativen Versuche demgegenüber zurück. Die Einteilung der Aufgaben und Übungen ist ebenfalls den gewöhnlichen Abschnitten der Physik angeschlossen, nur gehen den Versuchen aus der Mechanik geodätische Messungen und Versuche mit der Wage voraus. Die Verteilung des Stoffes auf die einzelnen Stufen ist dem Unterrichtenden überlassen und nicht näher angedeutet. Die meisten jener messenden Versuche werden nur dann von den Schülern angestellt werden können, wenn sie schon im Unterrichte mit dem ganzen Abschnitte vertraut gemacht sind. Die Zusammenstellung erleichtert dem Lehrer, der die Übungen in ähnlicher Weise einführt, die Leitung derselben in hohem Grade. Wenn die Schüler den Leitfaden in der Hand haben, wird der Lehrer im stande sein, eine viel grössere Anzahl von Schülern zu beaufsichtigen und anzuleiten; ja dieselben werden schliesslich in der Lage sein, wenn sie die Apparate erhalten, ziemlich selbständig vorgehen zu können. Die Zahl der Versuche ist so reichlich, dass auch für eine Durchführung in kürzerer Zeit eine gute Auswahl getroffen werden kann.

Gewiss wird sich die Einrichtung solcher Übungen weiter verbreiten, wenn nicht die Durchführung so hohe Anforderungen an Kraft und Zeit der Lehrer stellten; die naturwissenschaftlichen Lehrer müssen, wenn der naturwissenschaftliche Unterricht experimentell und auf Grund der Anschauung durchgeführt werden soll, entlastet werden, da die Vorbereitungen für die Stunden, das Anordnen der Anschauungsmittel, Aufbauen der Apparate, Instandhalten der Sammlungen, Beschaffung neuer Unterrichtsmittel, viel Zeit in Anspruch nehmen und die Lehrer überdies nicht von Correcturen frei sind, da für den naturwissenschaftlichen Unterricht auch schriftliche Übungen vorgeschrieben sind. Erschwerend tritt noch hinzu, dass diese praktischen Vorbereitungen (es ist dabei von der wissenschaftlichen methodischen Vorbereitung als selbstverständlich abgesehen), im Schulgebäude oft Tags vorher, an den freien Nachmittagen oder Abenden getroffen werden müssen.

Man entschliesse sich 3 Stunden wöchentlich als Vorbereitungsstunden auf die Pflichtstunden in Anrechnung zu bringen und der Unterricht wird wesentlich dadurch gewinnen. Durch eine hohe Stundenzahl (22—24 Stunden) werden die Unterrichtszweige, welche eine freie Thätigkeit des Lehrers voraussetzen und in denen ein schematisierter Unterricht wenig Erfolg hat, am meisten leiden. Es kommt ja nicht allein darauf an, dass der Unterricht erteilt wird, sondern ebenso, wie er erteilt wird. — Auch sollte man überall darauf bedacht sein, Räume zu gewinnen, die für Schüler-Übungen beliebiger Art benutzt werden können. Bei neuen Schulen sollte überall ein grösseres Zimmer mit Nebenraum so hergestellt

werden, so dass alle Bestrebungen, welche dahin gehen, praktische Übungen verschiedener Art einzuführen, verwirklicht werden können. Wie viel mehr würde der Handfertigkeitsunterricht an den Schulen gedeihen, wenn die einzelne Schule eine zeitweise Möglichkeit dazu gewährte, wie leicht liesse sich ein solcher Raum so herrichten, dass er auch für weitere Bildungsbestrebungen benutzt werden könnte und wie viel würde er benutzt werden! Die Mehrkosten für einen solchen Übungsraum sind bei Neubauten nur unbedeutend, und selbst wenn Leiter und Lehrer der Anstalt nicht Neigung hätten einen solchen Raum für weitere Bildungszwecke der Schüler zu benutzen, würde derselbe jetzt, wo sich die Fortbildungsbestrebungen so mächtig entwickeln, an jedem Orte trefflich verwendbar sein.

Soll der Zweck der neuen Pläne, die Schüler zur freien Selbstthätigkeit anzuregen, erreicht werden, so wird man auch das Gebiet der Schülerübungen erweitern und dieselben für alle Anstalten wahlfrei gestatten müssen. Möge die Sache von recht vielen Seiten angegriffen werden und mögen diese Versuche schliesslich zu einer organischen Einreihung der Übungen in den Ausbildungsgang unserer Jugend führen.

Versuche zur Demonstration chemisch-technologischer Prozesse mittelst des Hempelschen Ofens.

Von

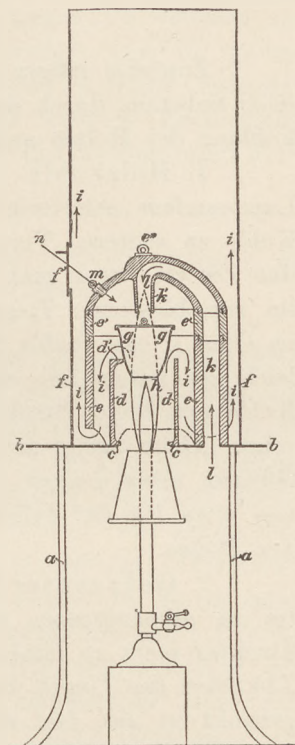
Dr. R. Lüpke in Berlin.

Der von W. HEMPEL bereits Ende der siebziger Jahre construierte Gasofen ist ursprünglich zu analytischen Arbeiten bestimmt, und zwar zu solchen Operationen, für welche längere Zeit eine höhere Temperatur erforderlich ist, wie sie sonst nur durch die Gebläseflamme erreicht wird. In der That kann man mit Hilfe dieses Ofens sehr leicht Substanzen entwässern und Salze, wie Borax, Soda, Phosphorsalz, Chlornatrium, Chlorsilber etc., schmelzen, ferner mancherlei Glühungen und Aufschliessungen ausführen. Indessen eignet er sich auch ganz vorzüglich zur Demonstration einer grossen Anzahl chemisch-technologischer Prozesse, die man im Unterricht bisher gewöhnlich nicht experimentell behandelte, weil die nötige Wärmequelle nicht zur Verfügung stand.

Da dieser Ofen nicht allgemein bekannt sein wird, so soll zunächst nach der beistehenden, einen Längsschnitt darstellenden Figur (S. 177) die Konstruktion und Wirkungsweise desselben kurz erörtert werden. Näheres möge man aus den beiden HEMPELSCHEN Abhandlungen (*Fresenius, Zeitschrift für analytische Chemie, XVI. Jahrgang S. 454 und XVIII. Jahrgang S. 404*) ersehen. Der Dreifuss *aa* ist mit einer Scheibe *bb* von Eisenblech bedeckt, in welcher in der Mitte die kreisförmige Öffnung *cc* für den Eintritt der Flamme angebracht ist. Über *cc* steht der beiderseits offene Chamottecylinder *dd*, der oben mit drei zapfenartigen Vorsprüngen versehen ist, auf denen das zu erhitzende Gefäss ruht. Der Cylinder *dd* ist von einem zweiten mantelartigen Chamottecylinder *ee* umgeben, der an seinem unteren Rande drei grössere Ausschnitte für den Austritt der Flammengase zeigt, und der je nach der Höhe jenes Gefässes nach oben durch den aufsetzbaren Ring *e'e'* verlängert werden kann und durch den gewölbten Deckel *e''* zu verschliessen ist. Diese Chamotteteile sind endlich von einem längeren Schornstein *ff* aus Eisenblech umschlossen.

In den meisten Fällen sind die Substanzen in Tiegeln *g* aus Platin oder Porzellan zu erhitzen, und zwar ist es vorteilhaft, eine tiefere Tiegelform von

etwa 33 mm Höhe und 35 mm oberem Durchmesser zu wählen, weil so eine zu starke Ausbreitung der Flammengase, infolge deren der Hitzegrad geringer ausfallen würde, vermieden wird. Ist der Ofen zusammengestellt, so wird derselbe mittelst eines mit einem Schornstein versehenen Bunsenschen Brenners, der eine leicht regulierbare, bei völlig geöffnetem Hahn aber kräftige, rauschende Flamme giebt, in den ersten 2 bis 3 Minuten gelinde, dann stärker geheizt, und zwar ist der Brenner durch unterzuschiebende Holzklötze so zu stellen, dass der heisseste Teil *h* der Flamme den Boden des Tiegels trifft. Die ausgezeichnete Wirkung des Ofens beruht nun in erster Linie darauf, dass die Wärmestrahlung auf ein Minimum verringert ist, und der Tiegel auch von oben her durch die von dem allmählich rotglühend werdenden Deckel *e''* ausgehenden Strahlen erwärmt wird. Ferner wird die Temperatur nach dem Prinzip der Regenerativfeuerung noch dadurch erhöht, dass die in der Richtung der Pfeile *ii* durch die unteren Ausschnitte des Cylinders *ee* in den gut ziehenden Schornstein *ff* entweichenden Flammengase die Wandungen des Cylinders *dd* bis zur Rotglut erhitzen, und diese nun ihrerseits die etwa noch unverbrannte Mischung von Luft und Leuchtgas vorwärmen. Die so mittelst eines einzigen Bunsenschen Brenners ohne weitere Mühe erreichbare Temperatur liegt unterhalb der Schmelzhitze des Kupfers, so dass bei richtiger Einstellung der Flamme das Silber noch zum Schmelzen gebracht werden kann.



Ausser dieser einfacheren Form des Ofens, die aber in allen Fällen, wo es ausschliesslich auf eine höhere Temperatur ankommt, genügt, hat HEMPEL noch eine zweite, in der Zeichnung erkennbare Form construiert. Dieselbe zeichnet sich dadurch aus, dass dem Chamottecylinder *cc* ein seitliches Rohr *k* eingeformt ist, welches sich im Deckel *e''* fortsetzt und mit dem nach abwärts gerichteten Stutzen *k'* endet. Durch dieses Rohr, welches über die kleine Öffnung *l* der Scheibe *bb* zu setzen ist, wird von aussen in der Richtung der Pfeile *ll* Luft angesaugt, so dass dieselbe in stark vorgewärmtem Zustand bei *k'* austritt. Wird nun die betreffende Substanz so in den Ofen eingeführt, dass sie unmittelbar unter *k'* zu liegen kommt, so wird sie nicht allein stark erhitzt, sondern auch kräftig oxydiert. Damit man aber von aussen den Verlauf dieses Processes beobachten kann, ist der Deckel *e''* mit einer durch den Chamottestöpsel *m* verschliessbaren Öffnung versehen, welcher die im Schornstein angebrachte Klappe *f'* entspricht, so dass man in der Richtung des Pfeiles *n* die Substanz erblicken kann. — Diese beiden Öfen mögen im Folgenden mit I und II bezeichnet sein.

Will man mehr als 10 bis 20 g Substanz einer höheren Temperatur aussetzen, so kann man sich eines ebenso gestalteten Ofens von grösseren Dimensionen, der mit einem kräftigeren Brenner zu heizen ist, bedienen. Indessen sind die kleineren Formen, deren Chamottemantel 12 cm hoch ist und einen Durchmesser von 7 cm hat, für Schulversuche vollkommen ausreichend.

Die Verwendbarkeit der HEMPELSCHEN Gasöfen ist eine äusserst mannigfache.

Infolge des von ihnen gelieferten Hitzegrades lassen sich in verhältnismässig kurzer Zeit eine grosse Menge von Versuchen ausführen, von denen hier nur einige näher erörtert werden sollen, und zwar solche, die geeignet sein dürften, verschiedene Gebiete der chemischen Technologie verständlich zu machen.

I. Reihe.

Zunächst mögen zwei Vorgänge erläutert werden, die auf der Zersetzung einer Substanz durch die Hitze in chemisch differente Produkte beruhen, die Verkohlung des Holzes und das Brennen des Kalkes.

1. Holzkohle. In einem Verbrennungsrohr ist es selbst mittelst eines Lampenofens schwierig, Holz so vollkommen zu verkohlen, dass die erhaltene Kohle zu weiteren Versuchen benutzt werden könnte. Sicher aber erreicht man den Zweck, wenn man Würfel aus Holz von der Grösse eines Kubikcentimeters im verschlossenen Tiegel, dessen Deckel mit feuchtem Thon zu befestigen ist, im Ofen I eine halbe Stunde erhitzt. Aus Buxbaumholz, das beim Drechsler leicht zu haben ist, erhält man eine der Dichtigkeit des Holzes entsprechende Kohle von feiner Struktur, welche ein sehr hohes Absorptionsvermögen für Gase zeigt. Denn bringt man einen solchen Kohlewürfel im frischen Zustand unter die Öffnung eines langen, mit Ammoniakgas über Quecksilber gefüllten Cylinders von etwa 100 cm³ Inhalt, so steigt das Quecksilber in wenigen Minuten bis an den Boden.

2. Gebrannter Kalk. In einem gewogenen Platintiegel erhitze man 10 g bis zu erbsengrossen Stücken zerkleinerten, möglichst reinen Marmor, dessen Struktur nicht zu feinkörnig ist, im Ofen I ungefähr 15 Minuten. Der nach dem Abkühlen des Tiegels bestimmte Gewichtsverlust beträgt nahezu 4,4 g. Das Glühprodukt ist also fast reines Calciumoxyd. Dasselbe löscht sich unter lebhafter Wärmeentwicklung. Man senke in die Masse ein enges Reagensglas, das 1 cm³ Äther enthält, entzünde denselben und giesse 2 bis 3 cm³ Wasser in den Tiegel. Sofort steigt aus dem Reagensglas eine über 20 cm lange Flamme empor.

II. Reihe.

Es folgen weiter einige Versuche aus dem Kapitel der chemischen Grossindustrie, insbesondere Versuche, welche die Gewinnung technisch wichtiger Alkalisalze demonstrieren sollen.

1. Soda. Wird auch das Verfahren der Fabrikation der Soda nach Leblanc durch den Solvay-Prozess immer mehr verdrängt, denn die deutschen Fabriken, die auf dem Sodamarkt eine ganz bedeutende Stellung einnehmen, gewinnen gegenwärtig schon 90% ihrer Soda in Form von Ammoniaksoda, so wird sich doch das Leblancsche Verfahren noch lange Zeit behaupten, da für die Herstellung der Salzsäure eine praktischere Methode als die des Sulfatprozesses noch nicht gefunden ist, und man neuerdings gelernt hat, nach CHANCE-CLAUS den Schwefel aus den Laugerückständen fast vollständig zu regenerieren. Aus diesem Grunde sowie wegen des historischen Interesses wird man das Leblancsche Verfahren im Unterricht immer noch berücksichtigen. Der Sodaschmelzprozess, der in der Überführung des wasserfreien Natriumsulfats in das Carbonat besteht, lässt sich nun in folgender Weise leicht und sicher durch den Versuch veranschaulichen. Man erhitze im Ofen I das Gemisch von 13 Teilen Natriumsulfat, 9 Teilen gefälltem Calciumkarbonat und 2 Teilen Holzkohlenpulver 20 Minuten

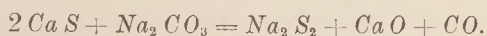
lang. Es ergibt sich eine weisse Schmelze, die man nach dem Abkühlen mit wenig kaltem Wasser schnell auslaugt. Um in der filtrierten, völlig farblosen Flüssigkeit das Karbonat nachzuweisen, versetze man dieselbe in einem Reagensglas mit Salzsäure und lasse, indem man das Glas schräg hält, die sich reichlich entwickelnde Kohlensäure in ein zweites Reagensglas gelangen, in welchem sich etwas Kalkwasser befindet. Nach dem Schütteln beobachtet man im zweiten Glase eine starke Trübung von Calciumcarbonat. Jenes Gemisch entspricht nahezu den beiden Gleichungen, nach denen gemäss der Scheurer-Kestnerschen Theorie der Sodaschmelzprozess verläuft. Zunächst wird das Natriumsulfat durch Kohle zu Natriumsulfid reduziert:



und dann durchdringt das schmelzende Natriumsulfid das Calciumcarbonat, mit welchem es sich in Natriumcarbonat und Schwefelcalcium umsetzt:



Wenn man in der Fabrik grössere Mengen von Kalk und Kohle anwendet, nämlich auf 100 Teile Sulfat, 90 bis 120 Teile Kalkstein und 40 bis 80 Teile Steinkohle, so geschieht dies, um Calciumoxyd zu bilden, welches sich beim Auslaugen des Sodabrodes löschen und letzteres hierdurch auflockern soll, so dass der Lösungsvorgang möglichst beschleunigt wird. Bei länger andauerndem Auslaugen würden Natriumcarbonat und Calciumcarbonat übergehen. Dasselbe ist mehr oder weniger auch der Fall, wenn man bei obigem Versuch heiss auslaugt. Das Filtrat zeigt dann eine von Schwefelnatrium herrührende grüne Farbe, die um so intensiver ist, je mehr Eisen die Bestandteile jenes Gemisches enthalten, und bei Zusatz von Salzsäure tritt nun auch unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff eine milchige Schwefelfällung ein. Endlich sei noch darauf hingewiesen, dass man im Versuch das Glühen nicht zu weit über 20 Minuten hinaus fortsetzen darf. Andernfalls wird das Sodabad tot gebrannt, indem nach SCHEURER-KESTNER die Umsetzung erfolgt:



2. Natronwasserglas. Dasselbe wird im Grossen durch Zusammenschmelzen von Sand mit Soda oder Pottasche erhalten, die in solchen Verhältnissen gemischt werden, dass im Schmelzprodukt auf ein $Na_2 O$ resp. $K_2 O$ zwei bis vier $Si O_2$ kommen. Für den Versuch im Kleinen wähle man, um das infolge der Kohlensäureentwicklung eintretende Aufschäumen zu vermeiden, statt der Alkalicarbonate die Ätzkalkalien. 4 g der letzteren schmelze man mittelst des Ofens I in einem Porzellantiegel und füge der Masse nach und nach dieselbe Gewichtsmenge Quarzsand zu. Nachdem man noch 15 Minuten erhitzt hat, ist das Gemisch grösstenteils geschmolzen. Nach dem Abkühlen bringe man den Tiegel mit 40 cm³ Wasser in eine Porzellanschale und erhitze dieselbe, bis etwa die Hälfte der Flüssigkeit verdampft ist. Man filtriere und weise im Filtrat die Kieselsäure durch Salzsäure oder Ammoniumchloridlösung nach. Erstere fällt die Kieselsäure in Form einer gallertartigen Masse aus, die sich im Überschuss der Säure etwas löst. Das andere Fällungsmittel bringt einen weissen Niederschlag von solcher Consistenz hervor, dass ein in denselben eingesenkter Glasstab aufrecht darin stehen bleibt.

3. Glas. Ein Natron-Kalkglas aus einem Gemisch von Soda, Marmor und Sand im HEMPELSCHEN OFEN herzustellen, gelingt nicht, selbst wenn man eine etwas grössere Sodamenge anwendet, als den technisch hergestellten Gläsern entspricht.

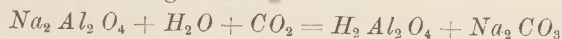
Die Soda schmilzt zwar und entlässt in grossen Blasen unter der Einwirkung der Kieselsäure ihre Kohlensäure, aber die Masse kommt selbst bei einstündigem Erhitzen nicht in Fluss. Auch die Darstellung einer der am leichtesten schmelzbaren Bleiglassorten, des Flintglases, hat ihre Schwierigkeiten. Denn trägt man in 1,5 g geschmolzenes Ätzkali ein Gemisch von 4 g Quarzsand und 4,5 g Mennige nach und nach ein, wählt also ein Verhältnis ähnlich dem des Flints von Guinaud, so bringt man es nach 30 Minuten langem Glühen doch nur zu einem Produkt von teigiger Consistenz, welches höchstens ein Ausspinnen zu Fäden zulässt. Etwas dünnflüssiger wird das Gemisch von 2 g Ätzkali, 4 g Mennige, 4 g Kieselsäure und 2 g Borax, welchem noch $\frac{1}{2}$ g Kobaltoxyd zugegeben werden kann. Dagegen erhält man eine völlig durchgeschmolzene, dünnflüssige Masse, indem man ein Gemisch von 2 g Quarzsand und 15 g Mennige etwa eine halbe Stunde glüht. Dieselbe ist schwach gelblich gefärbt und homogen, da die Quarzkörner gänzlich zerflossen sind. Sie lässt sich, wenn man mittelst zweier Glasstäbe kleine Quantitäten dem Schmelztiegel entnimmt, zu meterlangen Fäden ausziehen, welche die Glasnatur deutlich zeigen; auch kann man das Arbeiten der Glasbläser veranschaulichen, indem man das eine Ende eines Glasrohres wiederholt in die Schmelze einsenkt und die Glasmasse zu einem Kölbchen aufbläst. Das erhaltene Silikat ist sogar giessbar, und es ergeben sich, wenn man dasselbe in Wasser tröpfeln lässt, Glathränen, deren Kugeln je nach der Temperatur der Schmelze 2 bis 5 mm dick sind. Findet auch jenes reine Bleisilikat, welchem nahezu die Formel $2 PbO \cdot 3 SiO_2$ zukommt, keine praktische Verwendung, so dürfte der letztere Versuch doch geeignet sein, die Fabrikation des Glases zu demonstrieren.

4. Natriumstannat. Während die einfache Brennerflamme genügt, das künstliche Zinndioxyd in das Natriumsalz zu verwandeln, ist sie doch zum Aufschliessen des natürlichen Zinnsteins nicht ausreichend. Wohl aber gelingt dies mittelst des Ofens I; und da es instruktiver ist, bei der Herstellung chemischer Präparate in möglichst innigem Anschluss an die Technik von Naturprodukten auszugehen, so ist folgender Versuch zu empfehlen. 6 g Seifenzinnerz von Banka werden nach vorangegangenen Abrösten fein pulverisiert und gemäss der von Young eingeführten Methode in 4 g schmelzendes Ätznatron eingetragen. Nach 15 Minuten langem Erhitzen erhält man eine bräunliche, zähflüssige Masse. Man zerschläge den Tiegel, zerkleinere den Inhalt, nachdem man ihn mit kaltem Wasser abgelöscht hat, und ziehe ihn mit heissem Wasser aus. Das klare Filtrat ergibt mit Salzsäure eine weisse Fällung von Zinnsäure, die sich in geringem Überschuss der Säure völlig löst, und um sie von der Kieselsäure zu unterscheiden, erzeuge man in letzterer Lösung mit Schwefelwasserstoffwasser den gelben Zinn-disulfidniederschlag. Auch lässt sich die Verwendung des Natriumstannats in der Färberei leicht zeigen, wenn man jenen wässrigen Auszug mit Anilin- oder Lackmuslösung deutlich färbt und dann mit Salmiaklösung die Zinnsäure ausscheidet. Letztere fixiert beim Kochen den Farbstoff fast vollständig, so dass das Filtrat beinahe farblos ist, während auf dem Filter der rosarote resp. violette Farblack zurückbleibt.

5. Kaliumchromat. Entsprechend der Methode im Grossen kann man dieses Salz durch Zusammenschmelzen von Chromeisenstein mit Salpeter und Pottasche im Ofen I darstellen. Zum Versuch werden 2 g in der Achatschale fein pulverisierter Chromeisenstein (es wurde von mir der von Röros in Norwegen benutzt) mit 6 g eines Gemisches aus gleichen Teilen Pottasche und Salpeter eine

halbe Stunde geglüht. Nach dem Auslaugen mit 100 cm³ heissem Wasser und Abscheiden des Eisenoxydes durch Filtration erhält man eine intensive gelbe Lösung von Kaliumchromat, welches bei Zusatz von etwas Essigsäure in rotes Kaliumdichromat übergeht. Diese Lösung genügt, um die verschiedenen Reaktionen auf Chrom anzustellen. Bleiacetat fällt daraus gelbes Bleichromat, das sich in Natronlauge löst. Eine Lösung von Schwefeldioxyd bewirkt sofort die Reduktion zu intensiv grüner Chromoxydlösung, aus welcher mit Ammoniak die Base ausfällt. Die Reduktion dieses wässrigen Auszugs tritt jedoch nach wenigen Minuten auch durch Salpetersäure oder durch verdünnte Schwefelsäure ein, und zwar infolge des Freiwerdens von salpetriger Säure, welche von der Zersetzung eines Überschusses von Salpeter herrührt. Versucht man die Aufschliessung des Chrom-eisensteins über der einfachen Brennerflamme, so gelangt man zu keinem Resultat, und selbst bei Benutzung einer grossen Iserlohner Lampe ist der Erfolg sehr schwach.

6. Natriumaluminat. Man glühe ein Gemisch von 3 g fein gepulvertem Beauxit mit 12 g calcinierter Soda eine halbe Stunde im Ofen I, ziehe die teils geschmolzene, teils nur gesinterte Masse mit 100 cm³ kaltem Wasser aus und filtriere. Salmiaklösung fällt aus dem entstandenen Natriumaluminat sofort einen dicken, gelatinösen Niederschlag von Thonerde, der auch beim Einleiten von Kohlensäure nach der Gleichung



sehr bald entsteht. Man erläutert durch diesen Versuch einerseits die Gewinnung des in der Färberei statt des Alauns gebrauchten Natriumaluminats, andererseits die erste Phase des Devilleschen Verfahrens der Fabrikation von Aluminium.

III. Reihe.

Die folgenden Versuche beziehen sich auf Prozesse aus dem Gebiete der Metallurgie. Die Ausbringung der Schwermetalle aus ihren Erzen besteht im Prinzip aus der Röstung der letzteren, infolge deren gewisse Elemente in Form flüchtiger Verbindungen beseitigt werden, während die Oxyde der Schwermetalle zurückbleiben, und der dann folgenden Reduktion der Oxyde mittelst Kohle, wobei gleichzeitig durch die noch beizufügenden Zuschläge die Gangart verschlackt wird. Will man die Vorgänge der Röstung experimentell darthun und dabei nur die chemische Natur des Rückstandes berücksichtigen, so eignet sich hierzu am besten der Bleiglanz. Man zerkleinere möglichst reinen Bleiglanz in der Achat-schale, schütte das blaugraue Pulver auf ein Thonschälchen von 20 bis 22 mm Durchmesser, setze letzteres mittelst eines leicht herzustellenden Drahtdreieckes auf den oberen Rand des inneren Cylinders des Ofens II und erhitze eine halbe Stunde. Es hinterbleibt ein hellgelbes Röstgut von Bleioxyd und schwefelsaurem Blei. Kommt es freilich darauf an, die flüchtigen Produkte der Röstung, insbesondere das Schwefeldioxyd nachzuweisen, so erhitze man das Erzpulver in einem in ein Messingrohr gesteckten Glühschiffchen, sauge über dasselbe mittelst einer Wasserluftpumpe Luft hinweg und lasse die Röstgase durch Wasser gehen, welches mit Lackmuslösung blau gefärbt ist. Die Abröstung der Zinkblende geht unter glänzender Lichterscheinung vor sich, wenn man das Erzpulver in einer Kugelhöhre im Sauerstoffstrom erhitzt, wobei sich reichliche Mengen von Schwefeldioxyd in Wasser lösen lassen.

Um ferner die Metalloxyde durch Kohle zu reducieren, könnte man sich

mit einem Lötrohrversuch begnügen. Indessen wäre es wünschenswert, grössere Metallmengen darzustellen, ohne dass man nötig hätte, bei der Anstellung der Versuche den Unterricht längere Zeit zu unterbrechen. Man erreicht dies mittelst des Ofens I, wenn man zweierlei beachtet. Einerseits kann man nur solche Oxyde mit gutem Erfolg reduzieren, deren Metalle unter 1000° schmelzen. Andererseits darf man, wofern man einen geschmolzenen Regulus erhalten will, Oxyd und Kohle nicht innig mit einander mischen. In diesem Fall wird das Oxyd nur teilweise reduziert, und das Metall bleibt im Tiegel in Gestalt kleiner, eben noch sichtbarer Kügelchen in der Masse zerstreut. Ein Regulus dagegen ergibt sich, wenn man den Tiegel in der Weise chargiert, dass man die Oxyde in Form grober kompakter Stücke hineinbringt und dieselben mit nicht zu feiner Holzkohle überschüttet. Unter diesen Umständen bleiben nämlich Lufträume in der Masse, durch welche die Metallteile ungehindert nach abwärts auf den Tiegelboden gelangen können, und, was das Wesentlichste ist, ein kleiner Teil der Kohle verbrennt in der anwesenden Luft zu Kohlensäure, und diese wird in der hohen Temperatur des Ofens nach der Gleichung $CO_2 + C = 2CO$ zu Kohlenoxyd reduziert. Letzteres aber wirkt viel kräftiger reduzierend als die kompakte Kohle, da es tiefer in die Oxydmassen eindringen kann. So ist eigentlich das Kohlenoxyd bei allen hüttenmännischen Reduktionsprozessen im Schachtofen das wirksame Reduktionsmittel. Es entzieht den Oxyden den Sauerstoff, ein Vorgang, der sich auch durch direktes Überleiten dieses Gases über die erhitzten Oxyde z. B. Bleioxyd zeigen lässt, und verbrennt hierbei selbst zu Kohlendioxyd, das seinerseits durch die Kohle immer wieder zu Kohlenoxyd reduziert wird. Die Bildung eines Metallregulus wird ferner noch durch Hinzufügung einer kleinen Menge eines Flussmittels wesentlich begünstigt. Besonders eignet sich hierzu der Salpeter, da er leicht schmilzt und unter bedeutender Steigerung der Temperatur die Kohle zu Kohlendioxyd kräftiger oxydiert als die geringe, beim Versuch in Betracht kommende Luftmenge. Natürlich darf die Quantität desselben ein gewisses Maximum nicht übersteigen, so dass die Kohle immer noch im Überschuss vorhanden ist.

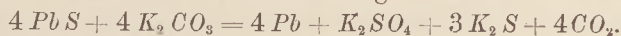
Nach diesen Auseinandersetzungen ergibt sich für die Reduktion des Zinn-, Blei-, Kupfer- und Eisenoxyds folgende Versuchsanordnung.

1. Zinn. In einer Reibschale mische man 40 g käufliches Zinndioxyd, 10 g Salpeter und 10 g Stärke und füge unter Umrühren etwas heisses Wasser hinzu, so dass ein dicker Brei entsteht. Diesen drücke man mit den Fingern durch einen Sieblöffel. Die aus den 3 bis 4 mm weiten Öffnungen des letzteren heraustretenden nadelartigen Fäden trockne man bei 100° im Luftbad und zerschlage sie zu etwa 1 cm langen Stücken. 12 g derselben bringe man in einen Porzellantiegel, überschütte sie mit grob gepulverter Holzkohle und erhitze im Ofen I. Nach 10 Minuten ist die Reduktion vollendet. Beobachtet man im Tiegel noch überschüssige Kohle, in welcher kleine Metallteilchen zerstreut sein können, so füge man zu der glühenden Masse unter Umrühren nach und nach so viel Salpeter hinzu, bis die Kohle völlig verbrannt ist. Beim Ausgiessen des Tiegelinhalts in ein Thonschälchen erhält man einen Regulus von metallisch glänzendem Zinn, dessen Gewicht mit der angewendeten Zinndioxydmenge nahezu im Einklang ist.

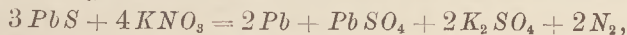
Statt des künstlichen Zinndioxyds lässt sich auch fein pulverisierter, gerösteter Zinnstein zum Versuch benutzen, nur muss man doppelt so lange erhitzen.

2. Blei. In ähnlicher Weise wie oben fertige man sich aus 110 g Bleiglätte, 20 g Salpeter und 25 g Stärke einen Vorrat von kompakten Oxydstücken an. Da aber diese leicht wieder zu Pulver zerfallen, so ist es vorzuziehen, aus der teigartigen Masse in der Hand erbsengrosse Kugeln zu formen. Bestreut man 15 g der letzteren in einem Tiegel mit grob gepulverter Holzkohle und glüht die Masse im Ofen I, so kann man schon nach 10 Minuten einen 10 g schweren Bleiregulus ausgiessen. Der Versuch stimmt insofern mit der metallurgischen Arbeit überein, als in der That der grösste Teil der vom Treibherd fliessenden Glätte mit Kohle im Schachtofen zu Weichblei reduziert wird. Jener Reduktionsversuch lässt sich wesentlich abkürzen, weicht dann freilich von dem Verfahren im Grossen mehr ab. Wegen der leichten Reduzierbarkeit des Bleioxyds hat man nämlich nur nötig, ein Gemisch von 22 g Glätte und 2 g Holzkohlenpulver 15 Minuten über der einfachen Brennerflamme zu erhitzen und dann die überschüssige Kohle durch hinzugefügten Salpeter zu verbrennen.

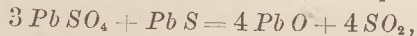
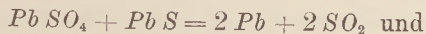
Die hohe Temperatur des HEMPESCHEN Ofens gestattet aber auch die Herstellung eines Bleiregulus direkt aus dem Bleiglanz, wenn man nach der in vielen Hüttenwerken üblichen Bleierzprobe (*John Percy, Die Metallurgie des Bleies. Braunschweig, 1872, S. 60*) verfährt. Man drücke in einen Tiegel ein Gemisch von 2 g fein pulverisiertem, reinem Bleiglanz mit 6 g schwarzem Fluss, der aus 4 Teilen Salpeter und 9 Teilen Weinstein zusammengesetzt wird, fest ein, überschichte es mit abgeknistertem Kochsalz, senke einen eisernen Nagel in die Masse ein und glühe. Nach einer Stunde giesse man den Tiegelinhalt aus und scheide mittelst eines Hammers aus der erkalteten Substanz die Schlacke von dem Bleiregulus ab. Die Reduktion des Bleies erfolgt hier nach verschiedenen Prozessen. Offenbar wirkt das Eisen des Nagels nach dem Prinzip der Niederschlagsarbeit: $PbS + Fe = Pb + FeS$. Aus dem Weinstein entsteht Kohle und Pottasche. Letztere reagiert auf das Bleisulfid nach der Gleichung:



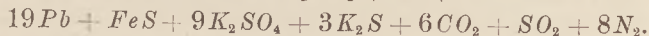
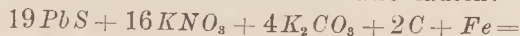
Der Salpeter leitet folgenden Prozess ein:



er wirkt also teilweise wie die Luft bei der Röstarbeit des englischen Verfahrens. Hat sich aber Bleisulfat gebildet, so erfolgen die in der Reduktionsperiode dieses Verfahrens stattfindenden Prozesse:



und endlich wird noch das Bleioxyd durch Kohle zu Bleioxyd reduziert. Die Gesamtgleichung aller dieser Prozesse würde also lauten:



Der Versuch veranschaulicht also die Prozesse der Bleierzarbeit, wie sie nach dem kombinierten Verfahren der Niederschlags- und Röstmethode in den Schachtofen vieler Hütten, wie in der Silberhütte bei Clausthal und in der Muldener Hütte bei Freiberg verlaufen, und da das Resultat des Bleiregulus ganz günstig ist, so dürfte er wohl zu empfehlen sein.

Bekanntlich enthält nun das aus jenen Schachtofen fliessende Rohblei so viel Silber, dass es nach vorangegangener Raffinierung und Concentration des Rohbleies nach dem Treibherdverfahren gewonnen wird. Auch dieser seit Jahrhunderten in Deutschland ausgeführte und für die Silbergewinnung so wichtige

Prozess lässt sich in ausgezeichneter Weise mittelst des Ofens II demonstrieren, wie schon HEMPEL selbst in seiner zweiten Abhandlung hervorgehoben hat. Man schmelze, falls Reichblei nicht zur Verfügung steht, 25 g gewöhnliches Blei, mische demselben $\frac{1}{2}$ bis 1 g Silberfeile zu, so dass der Silbergehalt 2 bis 4 % beträgt, und granuliere es durch Ausgießen in kaltes Wasser. Nur 1 g von diesem Blei bringe man in eine kleine, 20 mm weite Knochenaschenkapelle und erhitze sie im Ofen II. Bald öffne man die Schornsteinklappe und den Deckelstopfen und beobachte den durch den heißen Luftstrom bewirkten Vorgang der Oxydation. Die in allen Farben schimmernde Glätte fließt beständig unter wirbelartiger Bewegung von dem glühenden Blei herab und wird von dem porösen Kapellenmaterial aufgesaugt. Nach 15 Minuten langem Oxydieren ist die gesamte Bleimasse abgetrieben. Im Moment, wo die letzte glühende Glättehaut verschwindet, erscheint sogleich auf dem rotglühenden Boden der Kapelle das dunkle, stecknadelknopfgroße Silberkorn, das beim Erkalten seinen prächtigen Glanz bewahrt.

3. Kupfer. Ist auch die im HEMPELSCHEN Ofen zu erzielende Temperatur nicht hoch genug, um Kupfer zu schmelzen, so bewirkt sie doch eine kräftige, an der Farbenveränderung leicht erkennbare Reduktion des Oxyds durch Kohle. Man forme aus einem Teig, den man durch inniges Zusammenreiben von Kupferoxyd mit wenig Stärkekleister erhält, kleine Kügelchen, trockne sie und bedecke sie in einem Tiegel mit grob gepulverter Kohle. Erhitzt man das Gemisch eine halbe Stunde im Ofen I und schüttet das Produkt nach dem Erkalten aus, so beobachtet man eine grobkörnige, gesinterte, rote Masse von Kupfer, die sich auf dem Ambos oder noch besser im Stahlmörser zu kompakten Stücken zusammenschlagen lässt.

4. Eisen. Die aus einem Gemisch von 8 g Eisenoxyd, 2 g Salpeter und 2 g Stärke mittelst des Sieblöffels hergestellten, getrockneten, rotbraunen Oxydbrocken werden mit Kohlepulver eine halbe Stunde im Ofen I erhitzt. Nach dem Erkalten zeigt sich eine schwarze, pulvrige Masse, aus welcher sich mittelst eines Magneten metallisches Eisen in nicht unbedeutenden Mengen, mehr noch nach vorherigem Abschlämmen der überschüssigen Kohle und Trocknen des Rückstandes im Luftbad entnehmen lässt.

5. Zink. Eine genügende Reduktion des Zinkoxyds lässt sich im HEMPELSCHEN Ofen nicht erreichen, weil das etwa reduzierte Zink nicht in Gasform abgeschieden werden kann und daher im Entstehungsmoment auf das Kohlendioxyd wieder reduzierend einwirkt: $Zn + CO_2 = ZnO + CO$. Dagegen ist der Ofen sehr gut geeignet, die durch eingeführten Sauerstoff bewirkte Verbrennung des eingeschmolzenen Zinks, dessen Entzündungstemperatur nach Daniell bei 505° liegt, unter glänzender Lichterscheinung und Entwicklung aufsteigender, wolleähnlicher Oxydmassen zu zeigen.

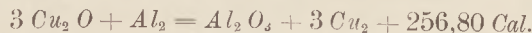
IV. Reihe.

Endlich mögen noch einige Versuche über die Herstellung von Legierungen angeschlossen werden. Die leicht schmelzbaren Metalle Zinn, Blei, Antimon, Wismut, Zink und Kadmium lassen sich schon über der einfachen Bunsenschen Flamme legieren. Aber diese ist zur Herstellung von Kupferlegierungen nicht ausreichend. Von letzteren hat das Messing ein besonderes Interesse. Einen Messingregulus kann man entsprechend der Methode im Grossen, nach welcher die Metalle Kupfer und Zink, nachdem sie schichtenweise mit Holzkohle in einen Tiegel eingebracht sind, zusammengeschmolzen werden, im Hempelschen Ofen in

folgender Weise erhalten. Man fertige sich aus einem angefeuchteten Gemisch von 100 g Zinkstaub und 40 g feinem Kohlenpulver erbsengrosse Kügelchen an und trockne dieselben an der Luft. Von dieser Masse bringe man 14 g in einen Porzellantiegel, streue darauf 6 g Kupferfeilspäne und erhitze nach Verschluss des Tiegels 30 Minuten mittelst einer kräftigen Flamme im Ofen I. Der entstandene Messingregulus lässt sich leicht in ein Thonschälchen ausgiessen. Sein Gewicht beträgt ungefähr 10 g. Feilt man ihn mit einer flachen Feile an, so zeigt sich der goldähnliche Metallglanz.

Der nun folgende Versuch führt zu einer Legierung von Kupfer und Aluminium. Zu diesem Versuch leitete mich ursprünglich die Absicht, die hohe Bedeutung des Aluminiums bei der Raffinierung des gegossenen Kupfers und Eisens zu demonstrieren, denen es bekanntlich in heller Rotglühhitze die beigemischten Oxyde entzieht, obwohl es selbst noch bei 600° im Sauerstoffstrom (der Versuch ist im Hempelschen Ofen ähnlich dem der Zinkverbrennung vorzunehmen) vollständig unverändert bleibt. Man bereite sich nach RÜDORFF (*Grundriss der Chemie*, 1874, S. 117) Kupferoxydul, indem man 1 Teil Kupfersulfat, $1\frac{1}{2}$ Teile Seignettesalz und 2 Teile Rohrzucker mit 12 Teilen Wasser bis zum Kochen erhitzt und dann $1\frac{1}{2}$ Teile Ätznatron in Wasser gelöst zusetzt. Das rote Pulver filtriere man ab, wasche und trockne es. 6 g desselben mische man nun mit 1,5 g reinem Aluminiumpulver¹⁾, bringe von dem Gemisch nur 0,3 g in ein Reagensglas, befestige letzteres in einer Klemme und erhitze es mit dem Bunsenschen Brenner, während man sich einige Meter weit entfernt. Nach einigen Augenblicken bemerkt man eine von schussartiger Detonation begleitete Reaktion. Der untere Teil des Glases wird auf etwa 1 m Entfernung fortgeschleudert. Indessen kann man den Versuch, ohne sich Gefahren auszusetzen, auf dem Experimentiertisch ausführen. Das Produkt der Reaktion besteht aus zahlreichen, 1 bis 2 mm dicken, teilweise in der Wand des Glases eingeschmolzenen Metallkügelchen, deren goldähnliche Farbe derjenigen der 5 prozentigen Aluminiumbronze gleichkommt. Das Kupferoxydul wird also reduziert, und das frei gewordene Kupfer legiert sich mit dem noch vorhandenen Aluminium. Ist das Aluminiumpulver weniger rein, so ist die Explosion weniger heftig, und man nehme dann zu jener Mischung nur 4 g Kupferoxydul. Bei Anwendung noch geringerer Mengen des letzteren zeigt die Legierung die weisse Farbe der 15 prozentigen Bronze.

Bei jenem Versuch verhält sich das Aluminium wie das Magnesium in den C. WINKLERSchen Versuchen mit Metalloxyden. Während aber das Kupferoxydul durch Magnesium nur unter Zischen und teilweiser Verpuffung reduziert wird, ist die durch Aluminium eingeleitete Reaktion wegen der höheren Verbindungswärme des Aluminiumoxydes, $(Al_2, O_3) = 388,80 \text{ Cal}$ nach Thomsen, gegenüber der des Magnesiumoxydes $(Mg, O, H_2 O) = 149,8 \text{ Cal}$ weit lebhafter. Hieraus erklärt sich jene schussartige Detonation, denn nach der Gleichung



werden 256,80 Cal. frei; dieser bedeutenden Wärmemenge ist es auch zuzuschreiben, dass selbst im Reagensglas das Kupfer schmilzt und sich mit Aluminium legiert.²⁾

1) Aluminiumpulver ist bei C. Rhau in Nürnberg zu haben.

2) Der Hempelsche Gasofen in den Formen I und II ist mit allem Zubehör bei Dr. Rohrbeck, Berlin, Karlstrasse 24 für den geringen Preis von 5 M. zu kaufen. Auch sind hier die Porzellantiegel, Thonschälchen und Knochenaschenkapellen zu haben.

Schulversuche über mechanische Wirkungen des Schalles, sowie über einen einfachen Schallmesser.

Von

Professor Dr. V. Dvořák in Agram.

Dass sich eine schwingende Bewegung in Anziehung und Abstossung umsetzen kann, dürfte auch dann von Interesse sein, wenn man nicht auf die nähere Erklärung der Erscheinungen eingeht. Die hier angeführten einfachen Versuche könnten am Schlusse des Unterrichtes in der Akustik vorgezeigt werden.¹⁾

Die Hauptbedingung für das sichere Gelingen ist die Erzeugung starker Töne. Man nimmt dazu Stimmgabeln mit starken breiten Zinken und leichtem Fuss, die auf einem guten Resonanzkasten angebracht sind. Es würde schwer halten, tiefe Gabeln so stark herzustellen, als es für diese Versuche nötig ist; auch würden manche Apparate zu gross ausfallen. Man nehme etwa das Stimm-*a*, oder einen noch höheren Ton.

Der Luftraum des Resonanzkastens sei möglichst gross; jedoch soll der Kasten an der Mündung etwas verengt sein, um die Schwingungen zu concentrieren. Durch Verengern und Erweitern der Mündung kann man den Ton der Luft im Resonanzkasten (den „Luftton“) auf den Gabelton abstimmen. Dies ist jedoch nicht genügend, indem das Holz des mit der Gabel belasteten Kastens auch einen bestimmten Ton hat (den „Holzton“); um diesen zu erkennen, füllt man den Kasten mit Baumwolle, klemmt einen Kork zwischen die Gabelzinken und klopft mit dem Knöchel auf den Boden des Kastens. Ist der Ton zu hoch, so hobelt man den Kasten oben und unten ab; man lasse den Ton lieber ein wenig höher, als den Gabelton. Ich habe einmal ein gewöhnliches würfelförmiges Packkistchen mit runder Öffnung als Resonanzkasten eingerichtet und ein sehr gutes Resultat erhalten. Der Kasten wird an den Ecken mit vier Stückchen Kautschukschlauch unterlegt und die Gabel mit einem kräftigen Bassbogen angestrichen. Gabeln mit gut abgestimmtem Kasten tönen sehr kräftig, klingen aber bald aus, indem die in der Gabel aufgespeicherte Energie in Luftschwingungen umgesetzt wird. Soll die Gabel nicht allzurash verklingen, so muss ihre Masse recht gross, die Gabel also kräftig gebaut sein; die Gabel ist in dieser Beziehung mit einem Schwungrad zu vergleichen.

Für den Fall, dass man keine kräftigen Gabeln zur Verfügung hat, kann man ein konisches Rohr von Blech oder starker Pappe nehmen, das wie ein Horn angeblasen wird.

Für den Ton *g*, einen Ton tiefer als das Stimm-*a*, hat die engere Öffnung einen Durchmesser von 1,5 cm, die weitere einen von 9,5 cm, die Länge beträgt 34 cm. Ist das Rohr von Pappe, so ist ein Mundstück (wie bei der Trompete) gar nicht nötig; beim Blechrohr würden die scharfen Ränder den Mund verletzen. Bei einiger Übung erhält man einen viel kräftigeren Ton, als ihn selbst die beste Stimmgabel zu erzeugen vermag; manche Personen bringen auch ohne jede Vorübung einen genügend starken Ton heraus. Für einige Versuche genügt schon die menschliche Stimme, ja sogar ein Oberton derselben.

1. Akustische Anziehung und Abstossung. Von älteren Versuchen kann man zuerst die akustische Anziehung von Körpern, die spezifisch schwerer als Luft sind, zeigen. Ein Holzspan *ab* (Fig. 1) hat in der Mitte bei *c* ein Glashütchen, das auf eine Nadelspitze gestellt wird. Auf einer Seite befestigt man ein Stück steifen Papiers *P*, auf der anderen ein kleines Gegengewicht. Als solches kann man eine leichte Glaskugel wählen, um auch an dieser die Anziehung zu zeigen.

Bringt man *P* nahe an die Mündung des Hornes, so wird es stark angezogen. Man könnte auf die Idee verfallen, dass man es hier mit dem Versuch von CLEMENT und DESORMES (Anziehung einer Scheibe durch Vermittlung eines Luftstromes)

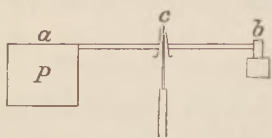


Fig. 1.

¹⁾ Viele Versuche habe ich schon anderwärts beschrieben (hauptsächlich in der *Zeitschr. für Instrumentenkunde* 1883, S. 127), jedoch enthält nachstehende Mitteilung auch manches neue.

zu thun hat, indem aus der Mündung des Hornes der zum Anblasen nötige Luftstrom herauskommt; aber bläst man einfach durch das Rohr, ohne einen Ton zu erzeugen, so wird die Papierscheibe von dem Luftstrom mitgenommen. Übrigens ist selbst bei kräftigem Tönen des Hornes der herauskommende Luftstrom nur schwach.

Um die akustische Abstossung von Gasen, die leichter als Luft sind, zu zeigen, nimmt man ein dünnes Glasröhrchen abc (Fig. 2), das bei b stark erweitert ist; bei a ist ein Kautschukröhrchen, das durch ein Stöpselchen S verschlossen werden kann. Man taucht b in Plateausche Seifenlösung und erzeugt durch Einströmen von Leuchtgas eine Blase; dann wird das Stöpselchen eingesetzt, und das Ganze bei c auf eine Nadelspitze gestellt. Die Verwendung des Hornes würde hier nicht einwurfsfrei sein (wegen des Luftstromes); man stelle deshalb die Blase vor die Öffnung des Resonanzkastens einer Stimmgabel. Bequemer als eine Seifenblase wäre ein kleiner sehr dünnwandiger Collodiumballon. (Kohlensäure würde Anziehung zeigen, jedoch müsste die Öffnung bei b nach unten gekehrt sein, sonst würde sich die Blase kaum bei b erhalten.)

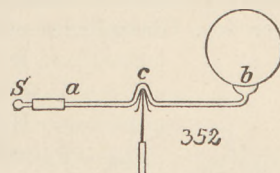


Fig. 2.

Auch eine Kerzenflamme wird von der Öffnung des Resonanzkastens stark abgestossen und verlöscht wie durch einen Luftstrom. Lässt man jedoch unerhitzten Rauch vor dem Resonanzkasten aufsteigen, so überzeugt man sich leicht, dass kein Luftstrom aus dem Kasten herauskommt.

2. Rotationen durch Schall. Ein kleiner Glasresonator R wird in der Richtung seiner Axe oo' (Fig. 3) fortgestossen. Um dieses zu zeigen, fülle man ein Gefäss noch ein wenig über den Rand mit Wasser und lasse den Resonator darauf schwimmen. Wäre das Gefäss nicht übervoll, so würde der Resonator infolge der Capillarkwirkung am Rande des Gefässes hängen bleiben. Damit die Axe oo' horizontal stehe, befestigt man mit Siegelack bei a ein Stück Draht. Der Durchmesser der Glaskugel beträgt 4,5 cm, die Länge des Ansatzes bei b , sowie der Öffnungsdurchmesser sind $\frac{1}{10}$ davon. Das Gefäss stelle man knapp an eine Wand, oder noch besser in eine Ecke (bei der Reflexion des Schalles bildet sich ein Knoten an der Wand); ist dies nicht thunlich, so stelle man ein grosses Stück Pappe hinter dem Gefässe auf. Lässt man das Horn ertönen, so wird der Resonator immer in der Richtung oo' bewegt, ohne Rücksicht auf die jeweilige Lage der Axe.

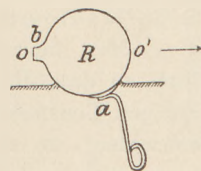


Fig. 3.

Um eine stetige Drehung zu erzielen, befestigt man vier solche Resonatoren auf einem leichten Holzkreuz, das auf eine Nadelspitze gestellt wird („akustisches Reaktionsrad“); man nehme die Kreuzarme recht kurz, sodass sich die Resonatoren fast berühren. Schon ein einziger Resonator ist zur Erzielung einer Rotation genügend, wie man sich überzeugt, wenn man die Öffnungen der drei übrigen mit Baumwolle verstopft.

Auch könnte man einen Resonator mit vier Öffnungen, die sich an den Enden von vier gekrümmten Armen befinden, nehmen (Fig. 4). Derselbe wird bei O an einem feinen Faden aufgehängt und rotiert (ähnlich wie ein Segnersches Rad) um seine Axe.

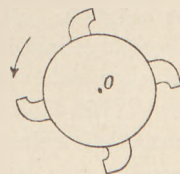


Fig. 4.

Das akustische Reaktionsrad kann man mit dem Horne selbst über einen ganzen Hörsaal in Rotation versetzen, nur vergesse man nicht, es in eine Ecke zu stellen. Um durch blosses Singen eine Drehung zu erzielen, nehme man einen Schalltrichter vor den Mund; für den Ton g hat die enge Öffnung 1,1 cm, die weite 9 cm, die Länge ist 40 cm (der Eigenton ist, falls beide Enden offen sind, ebenfalls g). Man singe mit Fistelstimme in der Mundstellung für den Vokal u ; auf einen Schritt Entfernung ist die Rotation ziemlich rasch.

Um selbst ohne Schalltrichter durch Singen sehr rasche Drehung hervorzubringen, stelle man das Reaktionsrad auf einen möglichst niedrigen Fuss in einen

Glascylinder, und singe in den Glascylinder hinein; die Drehung erfolgt so schnell, dass die Resonatoren dem Auge entweichen. Man braucht nicht einmal den Ton der Resonatoren zu treffen, sondern jeder starke Ton bewirkt eine Drehung. Die Dimensionen des Glascylinders sind nicht von grossem Belang; man wird jedoch finden, dass der Ton für eine bestimmte Entfernung des Mundes am stärksten ist.

Um das Reaktionsrad durch einen Oberton der menschlichen Stimme in rasche Drehung zu versetzen, nehme man noch den Schalltrichter zu Hilfe und singe über dem Glascylinder um eine Oktave tiefer, als der Eigenton der Resonatoren beträgt.

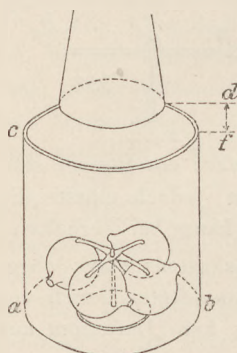


Fig. 5.

Bei meinem Versuche waren die Dimensionen folgende: Durchmesser des Glascylinders ab (Fig. 5) = 11,3 cm, Höhe ac = 14 cm, Entfernung d des Schalltrichters = 3,5 cm. Singt man einen anderen tiefen Ton, so zeigt sich die Drehung viel schwächer. Zu diesem Versuche nimmt man am besten ein kleines Reaktionsrad mit nur zwei Resonatoren (Durchmesser der Kugeln = 3,1 cm, Länge der Ansätze = 0,6 cm, Weite der Öffnungen = 0,2 cm). Man würde wohl schwerlich vermuten, dass ein Oberton der menschlichen Stimme eine solche mechanische Wirkung hervorbringen könnte; jedoch wird man im Folgenden noch ein ähnliches Beispiel sehen, wobei ein Schalltrichter gar nicht nötig ist.

Schallradiometer. Schlägt man in ein Stück dünner Pappe etwa 20 konische Öffnungen mit aufgeworfenem Rande ein, so wird dasselbe abgestossen, wenn die engere Seite der Löcher der Schallquelle zugewendet ist; jedoch soll die Entfernung von der Schallquelle recht klein und der Ton sehr stark sein. Vier solche Flügel auf einem leichten Holzkreuz befestigt, geben das „Schallradiometer“.²⁾

Man klemmt das Horn in einen Halter und stellt das Radiometer gut vor die Mitte, so dass die Flügel noch ein wenig in das Horn hineinragen. Schon ein einziger kräftiger Tonestoss erzeugt eine lebhafte Drehung. Will der Bläser selbst die Rotation beobachten, so stelle er einen Spiegel seitwärts auf, oder sehe, nachdem er den Ton abgegeben, durch das Horn auf das Radiometer.

Man könnte einwenden, dass der aus dem Munde des Bläfers kommende Luftstrom die Flügel in Bewegung versetze; bläst man aber einfach durch das Horn, ohne einen Ton zu erzeugen, so ist der Luftstrom bedeutend stärker, erzeugt jedoch keine oder nur schwache Drehung (besonders wenn das Radiometer gut in der Mitte steht). Entscheidend ist jedoch folgender Versuch:

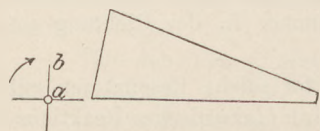


Fig. 6.

Man stelle das Radiometer genau, wie es die Fig. 6 von oben gesehen zeigt; hierbei muss der Flügel ab die breite Seite der Löcher dem Horn zukehren. Das Radiometer rotiert dann dem Luftstrom entgegen.

Auch mit einer guten Stimmgabel kann man das Radiometer in Drehung versetzen; man stelle es ein wenig seitwärts von der Öffnung des Resonanzkastens auf, und so nahe als möglich; oft ist ein kleiner Anstoss nötig, um die Drehung einzuleiten. Dieser Versuch gelingt indess nur mit starken Tönen. In Fällen, wo man keine gute Stimmgabel hat oder sich mit dem Horn nicht befassen will, kann man auf folgende Art verfahren.

Ein Holzkästchen wird beispielsweise auf den Ton g abgestimmt. Die Abmessungen waren bei meinem Kästchen im Innern: Länge 13,2 cm, Breite 11,2 cm, Höhe 8,1 cm; dasselbe war auch vorn teilweise geschlossen, wobei die Höhe der viereckigen Öffnung 5,3 cm, die Breite 6 cm betrug. An den Ecken wird das Kästchen mit Filz oder dgl. unterlegt und das Radiometer so vor die Öffnung gestellt, dass die Flügel möglichst tief in das Kästchen hineinragen. Dann nimmt man den Schalltrichter (Länge 40 cm, Durchmesser der Öffnungen 9 cm und 1,2 cm) vor den Mund und singt mit Fistelstimme ohne

²⁾ Die genauere Beschreibung befindet sich in der zu anfang citierten Arbeit.

besondere Anstrengung den Ton g hinein; das breite Ende des Trichters sei vom Kästchen etwa 8 cm entfernt. Auch kann man vertikal von oben auf das Radiometer singen; dabei ist der Einwurf, dass Luftströmungen mitwirken könnten, ausgeschlossen. Natürlich geht der Versuch auch sehr gut mit dem Horn, wobei man die Entfernung des Horns vom Kästchen viel grösser nehmen kann.

Überdies gelingen sämtliche Versuche auch mit einer starken Zungenpfeife von besonderer Einrichtung. Dieselbe ist nach dem Muster der in Weinholds Demonstrationen Fig. 203 dargestellten Pfeife construiert, jedoch besteht ein wichtiger Unterschied. Statt dass ein Blechkonus in den Deckel der Pfeife eingepasst wäre, wird der früher erwähnte Schalltrichter durch die Öffnung im Deckel bis nahe zu der Zunge eingeführt (Fig. 7); man kann ihn dabei mit den Händen halten. Der Durchmesser ab der Öffnung ($= 4$ cm) im Deckel ist beträchtlich grösser als der Durchmesser des Schalltrichters an dieser Stelle, sodass ein ringförmiger Raum übrig bleibt, der nicht verstopft werden darf. Man erreicht dadurch einen zweifachen Vorteil. Erstens ist der Grundton der Pfeife sehr stark und dann gelangt nur ein kleiner Teil des Luftstromes in den Trichter; die übrige Luft entweicht durch den ringförmigen Raum. Man erhält unter Mitbenützung des Resonanzkästchens sehr rasche Drehung des Radiometers; auch kann man, um dem Einwurf wegen des Luftstromes zu begegnen, den Schalltrichter neben das Radiometer halten.

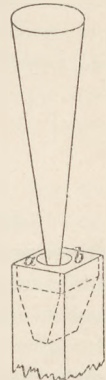


Fig. 7.

3. Entstehung von Luftströmen durch Schall. Von einem gewöhnlichen kugelförmigen Resonator schneide man den engen Teil, der in das Ohr gesteckt wird, weg und klebe mit Wachs eine kleine Metallplatte mit konisch verengter Öffnung auf. Fig. 8 A zeigt die Metallplatte im Durchchnitt (in natürlicher Grösse); der Öffnungsdurchmesser ab beträgt 2,3 mm.

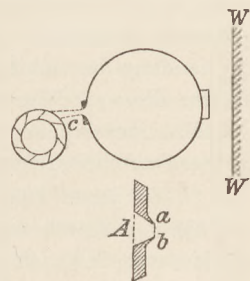


Fig. 8.

Beim Tönen des Resonators dringt ein Luftstrom aus der kleinen Öffnung bei c , der selbst ein brennendes Zündhölzchen verlöschen kann. (Bei jeder Verdichtung wird die nächst der kleinen Öffnung befindliche Luft mit Gewalt herausgestossen, wahrscheinlich in Form eines kleinen Wirbelringes.) Man stellt ein kleines Rädchen von Papier, ähnlich geformt wie ein Wasserrad, in den Luftstrom; der Resonator wird etwa 3 cm weit vor einer Wand W aufgestellt. Schon beim Singen (ohne Schalltrichter) dreht sich das Rädchen sehr schnell, ja selbst Obertöne sind genügend, wie man sofort sieht, wenn man um eine Oktave tiefer singt.

Man kann auch das Rädchen dazu verwenden, um das Ansprechen eines Resonators sichtbar zu machen. Statt des Rädchens kann man eine kleine Flamme nehmen; diese neigt sich zur Seite, wenn der Resonator tönt.

4. Einfacher Schallmesser. Ich habe den Luftstrom zur Schallmessung benützt. Man stellt nämlich vor die Öffnung c des Resonators (Fig. 9) ein Glasröhrchen ab , das unter einem sehr stumpfen Winkel gebogen ist und mit einer leicht beweglichen Flüssigkeit (etwa Weingeist) zum Teile gefüllt wird. Um den Luftstrom besser aufzufangen, ist das Glasröhrchen bei a erweitert; die Entfernung ac beträgt 0,5 cm. Die Verschiebung der Flüssigkeit wird an einer Millimeterteilung abgelesen. Um dem Röhrchen immer dieselbe Stellung zur Horizontalebene zu geben, dient die Schraube S ; bei h ist ein Scharnier angebracht. Ein herumgelegter Kautschukstreifen drückt die Brettchen f und g zusammen. Man sieht am Stande der Flüssigkeit, ob die Röhre immer dieselbe

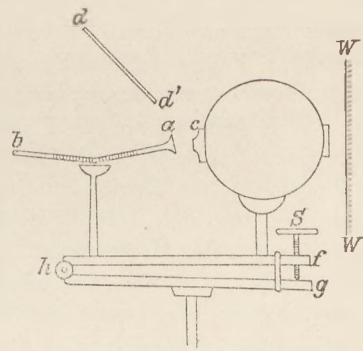


Fig. 9.

Stellung hat; auch wird der Fuss des Apparates mittelst eines kleinen Pendels vertikal gestellt. Will man den Apparat aus der Ferne beobachten (indem die Nähe des eigenen Körpers oft störend wirkt), so benützt man einen kleinen Streifen gewöhnlichen Spiegels dd' , in welchem man die Millimeterteilung durch ein Fernrohr beobachten kann.

Sämtliche hier beschriebenen Apparate werden von der mechanischen Werkstatt G. Lorenz in Chemnitz geliefert.

Werner von Siemens

geb. am 12. Dezember 1816, gest. am 6. Dezember 1892.

Eine seltene Vereinigung glücklicher Gaben des Geistes hat den Mann, dessen Hingang wir betrauern, zu den grossen Erfolgen seines Lebens geführt. Seine hingebende Liebe und hohe Befähigung zu wissenschaftlicher, sich selbst genügender Gedankenarbeit wurde noch überragt von einem unwiderstehlichen Drange nach praktischer Verwertung der gewonnenen Kenntnisse; mit der Gründlichkeit und Gewissenhaftigkeit des Gelehrten verbanden sich kühner Unternehmungsgeist und rasche Entschlossenheit, oft sogar Wagenut des Technikers und vorsichtige, kühle Berechnung des Geschäftsmannes; grosse persönliche Lebenswürdigkeit, Herzensgüte, Bescheidenheit und Wahrhaftigkeit ergänzen das Charakterbild, das uns Werner von Siemens bietet, zu einem der edelsten und vollkommensten unserer Zeit.

Die Richtung, welche sein Leben und seine Arbeiten nehmen sollten, entschied sich in den vierziger Jahren, als der elektrische Telegraph in Preussen eingeführt wurde; Siemens, der Gelegenheit hatte, an Versuchen mit englischen Apparaten teilzunehmen, erkannte deren Mängel und fand bald ein Mittel zur Abhilfe. Dies bestand in der Anwendung der selbstthätigen Schliessung und Öffnung des Stromkreises durch die Apparate selbst, die auf diese Art gezwungen wurden, immer in gleichem Gang zu bleiben. Das Modell eines solchen Apparates gewann dem Erfinder den Mechaniker Halske zum begeisterten Arbeitsgenossen, der erste Schritt zur Begründung des Hauses Siemens und Halske.

Zu jener Zeit glaubte man, Telegraphenleitungen unterirdisch legen zu müssen, um sie vor Zerstörung zu sichern; ein wichtiges Erforderniss für die Herstellung langer Linien war demnach ein gutes Isoliermittel. Siemens fand es in der Guttapercha und ersann auch ein einfaches Verfahren zur Umkleidung von Drähten mit dem neuen Mittel. Diese Erfindung ist von der weittragendsten Bedeutung geworden. So wie damals werden noch heute die Telegraphendrähte für unterirdische und unterseeische Linien hergestellt, ja die Telegraphie über die Weltmeere ist wesentlich durch die von Siemens angegebene ausgezeichnete Isolation ermöglicht worden.

Teils zur Controle der Fabrikation der mit Guttapercha umkleideten Drähte, teils zur Aufsuchung der in der fertigen und im Betriebe befindlichen Telegraphenlinien auftretenden Fehler bildete Siemens galvanische Messmethoden aus, deren gewissenhafte und unverdrossene Anwendung viel zu seinen Erfolgen beigetragen hat.

In den Jahren 1848 und 1849 legte Siemens die erste grosse Telegraphenlinie Europas, von Berlin nach Frankfurt a. M., teils unterirdisch teils oberirdisch. Von 1850 an begannen die Engländer Unterseekabel zu legen, zunächst in dem flachen Wasser der Nordsee, wo sich keine besonderen Schwierigkeiten boten. Als es aber an die Überschreitung tiefer Meeresstellen im mittelländischen Meere ging, versagten die gebrauchten Hilfsmittel. Da war es Werner Siemens, der eine geeignete Methode der Auslegung eines Kabels angab und ausführte; es ist im wesentlichen dieselbe Methode, die auch heute noch gebraucht wird. Er ergänzte dieselbe durch ein sorgfältig ausgearbeitetes elektrisches Überwachungssystem, welches jeden bei der Legung entstehenden Fehler anzeigte. Seine Thätigkeit im Bau ober- und unterirdischer und Meereslinien dehnte sich nach und nach bedeutend aus; die grössten Leistungen waren die Herstellung der Linie von Suez durch das Rote Meer nach Indien, wobei er zuerst zeigte, wie man mit Hilfe

des Condensators durch sehr lange Kabelleitungen ohne Übertragungen telegraphieren kann, und der Bau der Landlinie von Emden (an der deutschen Küste) bis nach Indien, welche dieses Land mit England verbinden sollte.

Bei der immer weiter getriebenen Verfeinerung der elektrischen Messungen ergab sich bald das Bedürfnis nach einer zuverlässigen, leicht herstellbaren Widerstandseinheit; Siemens fand dieselbe in der nach ihm benannten Quecksilbereinheit, welche lange Zeit hindurch im Gebrauche war; auch als die absolute Einheit eingeführt wurde, behielt man doch für praktische Zwecke eine der Siemensschen nachgebildete Definition der neuen Einheit bei.

Von besonderer Bedeutung für die Telegraphie war die Konstruktion des Magnetinduktors mit Doppel-T-Anker; dieser Stromerzeuger, der zunächst als Stromquelle für die Glockensignale der Eisenbahntelegraphen bestimmt war, bildete auch einen wesentlichen Bestandteil des Siemensschen Buchstaben-Zeigertelegraphen, eines Apparates, der mit Schnelligkeit und grösster Sicherheit arbeitete und dabei von Jedermann bedient werden konnte.

Inzwischen hatte der Morsesche Schreibapparat allmählich das Gebiet des telegraphischen Verkehrs erobert; später kam zu diesem der Typendruck von Hughes; die Siemensschen Originalkonstruktionen, die zu ihrer Zeit hervorragend grosse Erfolge waren, wurden verdrängt. Neue Aufgaben auf anderem Gebiete nahmen den Geist des Erfinders in Anspruch. Um jene Zeit hatte man bereits mit der mechanischen Erzeugung des elektrischen Stromes begonnen; der Doppel-T-Induktor war ein wichtiges Glied in der Entwicklungsreihe. Ihm folgte die sog. Tellermaschine, bei welcher Siemens schon die Schaltung des Pacinottischen Ringes anwandte. Ende 1866 zeigte er die erste selbsterregende dynamoelektrische Maschine, allerdings noch mit dem primitiven Doppel-T-Anker, im übrigen aber das Urbild der heute so ausserordentlich verbreiteten Dynamomaschinen.

Mit all diesen technischen Arbeiten gingen Hand in Hand ernsthafte wissenschaftliche Untersuchungen. Siemens begnügte sich nicht damit, eine technische Aufgabe für den vorliegenden Fall zu lösen; sein Augenmerk war gleichzeitig auf den inneren Zusammenhang der benutzten Vorgänge gerichtet, ein Verfahren, das ihm nicht nur Befriedigung seiner wissenschaftlichen Neigung gewährte, sondern auch manchen späteren Erfolg vorbereitete; es war ein harmonisches Ineinandergreifen der idealen, selbstgenügsamen und der materiellen, zu Thaten und äusseren Erfolgen drängenden Seite der Wissenschaft.

Auch ausserhalb des Gebietes, das sein eigentliches Arbeitsfeld bildete, bethätigte sich seine Liebe zu wissenschaftlicher Forschung; er hat sich vielfach mit einer neuen Erdbildungstheorie und mit der Erklärung der atmosphärischen Erscheinungen beschäftigt und dabei durchaus selbständige Ansichten entwickelt.

Damit ist indess die Liste seiner Thaten nicht erschöpft. Wer vermöchte in kurzen Worten all das aufzuzählen, was Werner von Siemens während eines langen, arbeitsreichen Lebens vollbracht hat! Wer wünschte nicht, ihm nachzustreben, seinem Beispiele zu folgen!

Auch für die Leser dieser Zeitschrift ist sein Leben vorbildlich. Der Ausspruch, mit dem er sich in die Berliner Akademie der Wissenschaften einführte: „Die Wissenschaft besteht nicht ihrer selbst wegen zur Befriedigung des Wissensdranges der beschränkten Zahl ihrer Bekenner, sondern ihre Aufgabe ist, den Schatz des Wissens und Könnens des Menschengeschlechtes zu fördern“ — war die Richtschnur seines Lebens; es sind auch für die Lehrer der heranwachsenden Jugend goldene Worte.

Werner von Siemens ist einer der Heroen des naturwissenschaftlichen Zeitalters, das er hat heraufführen helfen; möge Jeder von uns, so viel an ihm liegt, seine Kraft einsetzen, um zu den Fortschritten der menschlichen Kultur beizutragen, wie unser Altmeister es uns gelehrt hat.

K. Strecker.

Physikalische Aufgaben.

Denkaufgaben.

Die Aufgaben 16—26 sind für die Unterstufe bestimmt und der Anfang von 140 Denkaufgaben zu der demnächst erscheinenden „Naturlehre für die unteren Klassen der Mittelschulen“ von A. Höfler und E. Maiss entnommen.

16. Hat es einen inneren Grund oder ist es nur Sache des Herkommens, auf den Landkarten, Planigloben u. dgl. Norden „oben“, Süden „unten“ zu zeichnen? — [Kann ein Leser der Zeitschrift den Grund für dieses Herkommen angeben?]

17. Die gewöhnliche Ausdrucksweise „Eis schmilzt bei 0° , Wasser gefriert bei 0° “ könnte so ausgelegt werden, dass etwa in einem Kübel mit einem Gemenge von Eis und Wasser von 0° alles Eis schmelze, alles Wasser gefriere. Welche Angabe über Zu- und Abfuhr von Wärmemengen muss jener Angabe über den Wärmegrad beigelegt werden, damit sie nicht missdeutet werden kann?

18. Was ist am genauesten: unsere Winterkleider, Federdecken u. dgl. „warm“, „wärmend“ oder „warmhaltend“ zu nennen? — Warum ist auch letztere Bezeichnung noch nicht ganz allgemein? [Vgl. die folgende Aufgabe.]

Würde ein Stück Eis schneller oder langsamer schmelzen, wenn wir es statt an die Luft in ein „warmes“ (aber nicht etwa schon durchwärmtes) Federbett legten?

19. In Wien komm endaselbst durchschnittlich auf 1 m^3 Luft an Wasserdampf $3\cdot8\text{ g}$ im Januar, $10\cdot8\text{ g}$ im Juli; und doch ist letzterer Monat (nebst April) als der trockenste, Januar als der feuchteste Monat bezeichnet. Wie klärt sich der scheinbare Widerspruch auf? (Unterschied von „absoluter“ und „relativer“ Feuchtigkeit.)

20. Warum „beschlägt“ der Cylinder einer Lampe unmittelbar nach deren Anzünden mit feinem Thau, und warum verschwindet dieser alsbald wieder?

21. Warum löscht ein Zündhölzchen über dem Lampencylinder, über dem man es entzündet hatte, alsbald wieder aus?

22. Kann jemand sich selbst mit dem Stuhl, auf dem er sitzt, emporheben, indem er den Stuhl unmittelbar anfasst? (Münchhausen, der sich an dem eigenen Zopf aus dem Sumpfe hob.) Warum gelingt es, wenn an dem Stuhl ein Seil befestigt, dieses über eine Rolle gelegt ist und der Sitzende an dem Seil mit hinreichender Kraft zieht?

23. Warum gelingt es nicht, die Erscheinung des schiefen Thurmes (Pisa, Bologna) durch eine ebenso schiefe Säule von gleichen Münzen nachzuahmen?

24. Kann mittelst eines über die Schulter gelegten Stockes eine Last so getragen werden, dass die Schulter weniger oder höchstens gleich stark gedrückt wird wie bei unmittelbarer Belastung? Warum bedient man sich jener Hebelwirkung des Stockes? — Wann wird der Druck am kleinsten und das Halten am bequemsten?

25. In den Montgolfieren wird durch Erwärmen die Luft verdünnt. Warum liesse sich dieser Zweck nicht durch die Luftpumpe erreichen? (Druck der äusseren Luft. — Warum hindert dieser Druck nicht die Wirkung der erwärmten Luft, des Wasserstoffes oder Leuchtgases?)

26. Erhält man ein „perpetuum mobile“, wenn man das aus einem „Heronsbrunnen“ emporspringende Wasser in dessen oberstes Gefäss zurückfallen lässt?

27. Bei der Ladung einer Batterie von Akkumulatoren verbindet man das eine Ende eines Kupferdrahts mit dem in der Mitte befindlichen Elemente. Am andern Ende des Kupferdrahts befestigt man einen dünnen Bleistreifen und taucht diesen während der Ladung bald in das erste, bald in das letzte Element. Das eine Mal bräunt sich der Bleistreifen, in dem sich Bleisuperoxyd darauf bildet, das andere Mal bleibt der Streifen metallisch. Der Strom geht dann von dem Elemente, in welchem sich auf dem Bleistreifen metallisches Blei niederschlägt, durch die Batterie zu demjenigen Elemente, in welchem der Bleistreifen sich gebräunt hat. — Erklärung?

Nach W. Krumme, Pädagog. Archiv 1893, 46.

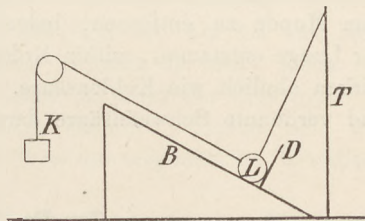
Kleine Mitteilungen.

Eine einfache schiefe Ebene.

Von Dr. J. Jacob in Mährisch Neustadt.

Ein vorzügliches Mittel, bei der experimentellen Prüfung der bekannten Gleichgewichtsbedingung für die schiefe Ebene die Reibung zu verringern, ergibt sich aus nachstehender Betrachtung Stevins: Derselbe bemerkt, dass im Falle des Gleichgewichtes die schiefe Ebene nur insofern von Bedeutung ist, als dieselbe der Last eine bestimmte Beweglichkeit erteilt. Daraus folgt zunächst, dass nur derjenige unendlich kleine Teil der schiefen Ebene, welcher die Umgebung desjenigen Punktes bildet, in welchem die kugelförmig vorausgesetzte Last die schiefe Ebene berührt, auf das Bestehen des Gleichgewichtes Einfluss hat, während der andere Teil derselben sowohl hinsichtlich der Form als auch der Grösse willkürlich ist, und ferner, dass eine von der Last ausgehende und zur Länge der schiefen Ebene senkrecht gespannte Schnur der Last dieselbe Beweglichkeit sichert, wie die schiefe Ebene und daher diese vollständig ersetzt.

Darauf beruht nachstehende Anordnung: Man neigt ein Brett *B* unter einem beliebigen Winkel gegen den Horizont und misst die Höhe und Länge der so gebildeten schiefen Ebene, legt sodann die Last *L* von bestimmtem Gewichte auf dieselbe und hindert sie durch zwei lange, zur Länge der schiefen Ebene senkrechte Drahtstifte *D* am Herabgleiten. Von dieser Last geht eine Schnur parallel den Drahtstiften, die an dem Träger *T* so befestigt wird, dass die Berührung zwischen der Last und der schiefen Ebene gerade aufhört; eine zweite Schnur geht von der Last parallel der Länge der schiefen Ebene über eine empfindliche Rolle (es sei bemerkt, dass die Rolle der Atwoodschen Fallmaschine zu diesem Zwecke in ganz vorzüglicher Weise verwendet werden kann) und trägt an ihrem Ende so viele Gewichte *K*, dass die Berührung der Last und der Drahtstifte zwar aufhört, anderseits der Raum zwischen *L* und *D* möglichst klein wird, damit die Rechtwinkligkeit der beiden Schnüre nicht gestört werde. Dividiert man nun die Höhe durch die Länge der schiefen Ebene, ebenso die Kraft durch die Last, so müssen die Quotienten einander gleich sein. Es ist selbstverständlich, dass, wenn auch die andere Schnur über eine Rolle geführt wird, leicht die Grösse ihrer Spannung bestimmt werden kann; nimmt man sodann die schiefe Ebene weg, so hat man eine sogenannte Seilmaschine vor sich.



Nachstehende Versuchsanordnung giebt ein Bild von der Brauchbarkeit dieses Apparates. Auf eine schiefe Ebene von 100 cm Länge und 45,2 cm Höhe wurde eine Last von 100 g gelegt. An dem Ende der über die Rolle gehenden Schnur wurde ein Schälchen von 2,76 g befestigt, das mit 42,4 g beschwert werden musste, um die Last im Gleichgewichte zu halten; die Kraft war also 45,16 g. Da nun einerseits

$$\frac{\text{Höhe}}{\text{Länge}} = 0,452, \text{ anderseits } \frac{\text{Kraft}}{\text{Last}} = 0,4516$$

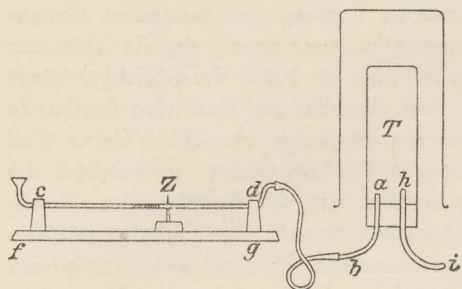
ist, so sieht man die Quotienten auf drei Decimalstellen genau übereinstimmen.

Verbesserter Diffusionsapparat.

Von V. Dvořák in Agram.

Um die Diffusion von Gasen durch poröse Wände zu zeigen, verwende ich einen Apparat, der nach dem Principe des Holtzschen Thermoskopes (*d. Zeitschr.* III 66) gebaut ist. Eine noch nicht gebrauchte Thonzelle *T* (Fig. a. d. folg. S.) eines galvanischen Elementes wird durch einen Kork verschlossen und die etwaigen Fugen gut mit Luftpumpenfett verstrichen. In den Kork setzt man das gebogene Glasrohr *ab* ein; dieses wird durch einen möglichst dünnen Kautschukschlauch mit der horizontalen Glasröhre *cd* verbunden, in der sich ein wenig Weingeist befindet; die lichte Weite der Glasröhre sei etwa 2 mm, die Länge

etwa 45 cm. Um die Röhre horizontal zu stellen, schiebt man bei f oder g einen Holzkeil unter; Z ist der gewöhnliche Zeiger. Ein beiderseits geschlossenes, gebogenes Glasrohr hi dient als Handgriff, da man die Thonzelle nicht mit der blossen Hand anfassen darf.



Man stellt auf den Tisch ein Schälchen mit verdünnter Schwefelsäure und Zinkstückchen, darüber wird ein grosses Becherglas gestülpt. Hat sich etwas Wasserstoff entwickelt, so hebe man das Becherglas langsam in die Höhe und führe von unten die Thonzelle ein; man wird eine schnelle Bewegung des Weingeist-säulchens bemerken, die eine Volumsveränderung anzeigt. Hat man Leuchtgas zur Verfügung, so lasse man ein wenig davon unter das Becher-

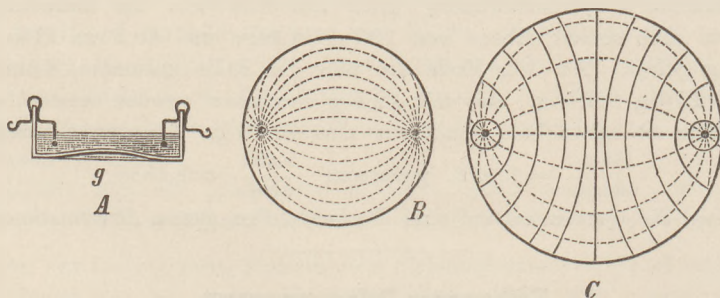
glas einströmen. Man kann auch eine kleine Eprouvette mit Leuchtgas füllen und dieselbe mit der Öffnung nach oben unter die Thonzelle bringen (das Becherglas B ist dann überflüssig).

Für die Schule dürfte folgender Versuch mit Kohlensäure von Interesse sein. Man stelle das Becherglas B mit der Öffnung nach oben auf den Tisch und hauche einmal hinein; führt man die Thonzelle ein, so zeigt sich eine ausgiebige Bewegung des Flüssigkeits-säulchens. Der Athem enthält 4 bis 5 % Kohlensäure; die Luft diffundiert schneller aus der Thonzelle heraus, als die Kohlensäure hinein, das Volumen wird also vermindert. Ich habe anfänglich versucht, die Kohlensäure aus dem Becherglas durch heftiges Blasen mit dem Munde zu entfernen, jedoch vergeblich, indem die hineingeblasene Luft ebenfalls der Lunge entstammt, mithin Kohlensäure enthält. Einige Tropfen Äther im Becherglas B wirken ähnlich wie Kohlensäure. (Auch kann man etwas zerdrückte Kreide hinein thun und verdünnte Schwefelsäure darauf giessen.)

Zur Darstellung elektrischer Kraftlinien.

Von Prof. W. Weiler in Esslingen.

Herr BRUNO KOLBE empfiehlt in seiner Einführung in die Elektrizitätslehre, S. 107 und 108, das folgende Verfahren: „In ein flaches, cylindrisches Glasgefäß giesse ich, etwa 2 cm hoch, gereinigtes, wasserfreies Terpentinöl und schütte etwas schwefelsaures Chinin hinein (Fig. A). An dem Rande des Gefässes sind zwei starke, federnde Drähte so ein-



A Apparat zur Erzeugung elektrischer Kraftlinien ($\frac{1}{4}$ nat. Gr.).

B Elektrische Kraftlinien ($\frac{1}{10}$ nat. Gr.). C Elektrische Kraftlinien von Niveaukurven durchgeschnitten.

geklemt, dass die kleinen Metallkugeln, in die sie enden, in das Terpentinöl tauchen. Mit einem Glasstabe rühre ich die Flüssigkeit um, damit das Chininpulver gleichmässig verteilt wird, und stelle das Gefäß auf einen schwarzen Karton, von dem sich das weisse Pulver scharf abhebt. Nun verbinde ich die beiden Drähte mit den Konduktoren der Influenzmaschine und drehe diese sehr langsam — sofort sehen Sie die weissen Chinin-krystalle sich gruppieren und prachttvolle Linien bilden, „die elektrischen Kraftlinien“. Die Gestalt dieser Linien (Fig. B) erinnert an die des Lichtbüschels bei der Influenzmaschine.

Das Terpentinöl ist ein schlechter Leiter der Elektrizität, die Chininkrystalle sind Halbleiter; die flüssige Beschaffenheit des die Krystalle umgebenden Dielektrikums gewährt ihnen die Möglichkeit, dem Zuge der elektrischen Anziehungskräfte zu folgen. Denken Sie sich um jede der eintauchenden Kugeln die elektrischen Niveauflächen gezogen (Fig. C), so würden Sie finden, dass die Kraftlinien die Niveauflächen stets senkrecht schneiden. Stelle ich in das Gefäss einen Blechring von der Höhe der Terpentinschicht, so sehen wir im Hohlraume keine Kraftlinien auftreten.“

Diesem Versuche dürften noch folgende beizufügen sein: Rühre in das Terpentinöl etwas feines Chininsulfat, so wie es aus den Apotheken erhältlich ist, so entsteht beim Umrühren eine trübe Mischung. Sobald die Influenzmaschine in Thätigkeit gesetzt wird, tritt an der einen Elektrode eine Klärung auf, ein Strom dringt gegen die andere hin, diese überzieht sich mit dem weissen Mehl, die Schicht verdickt sich um so mehr, je länger die Elektrizität durch das Gefäss geleitet wird, das Pulver lagert sich in Streifen ab, die gegen die andere Elektrode hin gerichtet sind: es ist das Abbild eines galvanischen Niederschlags und das einfachste und sicherste Kennzeichen der Stromrichtung. Kehrt die Maschine die Stromrichtung um, so tritt diese Ausscheidung an der anderen Elektrode auf. Sobald man die Maschine plötzlich etwas rückwärts treibt, wird das abgelagerte Pulver in Wolkenform abgestossen und die freie Elektrode leicht belegt.

In der Mitte stossen beide Ströme aufeinander, bilden eine sehr feine, zu ihrer Richtung senkrecht stehende, helle Linie, die neutrale Niveaufläche (vergl. Fig. C); diese Linie zeigt mancherlei Buchtungen und Winkel, verschiebt sich allmählich gegen die negative Elektrode, verschwindet aber niemals ganz. Von der positiven Elektrode dringt der Strom gegen diese Linie, biegt sich gegen den Glasrand hin um und fliesst gegen die negative; auf dieser Seite scheint die Mischung in Ruhe zu sein. Beim Einfüllen entstandene Blasen bewegen sich, je nach ihrer Lage, zu einer der Elektroden hin oder zu beiden, bleiben dort haften und verschwinden daselbst. Einige Zeit nach Beendigung des Experimentes findet sich das Pulver in Form der magnetischen Kraftlinien auf dem Glasboden abgelagert.

Man stellt zwischen beide Elektroden ein zum Cylinder umgebogenes Blech, dem man verschiedene Weiten giebt. Die den Elektroden zugekehrten Flächen bilden gleichsam zwei neue Elektroden. Die der positiven Elektrode zugewendete Fläche überzieht sich mit dem Chininpulver, die entgegengesetzte Fläche bleibt frei und bildet so die zweite positive Elektrode; der Cylinder verhält sich somit, wie ein zwischen zwei Magnetpole gestelltes Stück Eisen. Ist das Gefäss weit und der Cylinder eng, so vermag er nicht alle Kraftlinien aufzunehmen, ein Teil derselben drängt gegen den Rand hin weiter gegen die negative Elektrode — Kraftlinienstreuung der elektrischen Maschinen; ein weiterer Cylinder dagegen sammelt nahezu alle von den beiden Elektroden (Polschuhen) ausgehenden Linien; dabei bemerkt man Cirkulationen zwischen Cylinder und Elektroden. Verschiebt man den Cylinder seitwärts, so hat man beide Erscheinungen zugleich: Aufnahme und Zerstreuung der Kraftlinien.

Eine Änderung der Wanddicke des Cylinders führte keine Änderung in den Vorgängen der Mischung herbei. Vielleicht aber finden Andere die Analogie mit den verschiedenen Eisenmassen der Maschinenanker bestätigt und dann dürfte das Studium dieser Erscheinungen auch zur Aufklärung und sichtbaren Darstellung der Vorgänge in elektrischen Maschinen führen, zunächst wohl derjenigen in Wechselstrommaschinen, denn ein auf einer Nadelspitze schwebender Cylinder von Glas oder einem andern Dielektrikum (auf der Seite mit einer Öffnung versehen, damit er in die Mischung eintaucht) rotiert rasch, wenn er zwischen die Elektroden gestellt wird, aber je nach dem Antrieb, den man ihm, wenn auch nur schwach, zu erteilen hat, nach der einen oder der andern Richtung. Er verhält sich somit wie ein Einphasenstrommotor, insofern er nicht von selbst anläuft und die Drehrichtung vollkommen gleichgültig ist.

Für die Praxis.

Zu den Versuchen mit dem Elektroskop. Von W. Weiler in Esslingen. Um durch Reibung beide Elektrizitäten für Versuche mit dem Elektroskop zu erzeugen, verfähre man folgendermassen: Von zwei dicken Glaslinealen von 3 bis 4 cm Breite und 30 bis 40 cm Länge umwickle man das Ende des einen mit weichem Handschuhleder 4 bis 5 cm lang und amalгамиere die eine breite Seite; die nicht zu reibenden Teile firnisse man warm mit Schellacklösung. Nähert man beide geriebenen Glasstangen dem Knopfe des Elektroskopes zugleich und auf gleiche Entfernungen, so zeigt sich keine Divergenz; bei Berührung erregt das Leder einen stärkeren Ausschlag; streicht man aber mit dem Glas über den Knopf hin, so erreicht die Divergenz dieselbe Grösse.

Verbrennen von Zink. Von M. Rosenfeld in Teschen. Man erhitzt 30—40 g Zink in einer flachen Porzellanschale mit Hilfe einer Berzeliuslampe oder durch eine Leuchtgasflamme bis über den Schmelzpunkt, breitet das geschmolzene Metall mit einem Eisenstabe gleichmässig über den Boden der Schale aus und fügt sodann ein erbsengrosses Stück Natrium hinzu. Ist auf diese Weise durch das brennende Natrium das Zink zur Entzündung gebracht, so bläst man sofort aus einer zur Spitze ausgezogenen Glasröhre, welche durch einen Kautschukschlauch mit einem Gebläse in Verbindung steht, einen Luftstrom in das glimmende Metall. Das Zink verbrennt sehr lebhaft und die Flamme ist trotz der Gegenwart des Natriums intensiv bläulich-weiss.

Damit das Zink bei der Verbrennung stets mit der Luft in Berührung bleibe, muss während des Einblasens von Luft ununterbrochen durch Umrühren mit einem Eisenstabe das gebildete Oxyd von dem darunter befindlichen Metall entfernt werden.

Das Zink lässt sich auch durch Zusatz einer äusserst geringen Menge von Magnesium zum geschmolzenen Metall auf die eben beschriebene Weise verbrennen. Da jedoch die Entzündung des Magnesiums, durch welche die Verbrennung des Zinks eingeleitet wird, erst nach langem Erhitzen erfolgt, so ist die Anwendung des Natriums vorteilhafter.

Verbrennen von Quecksilber. Von M. Rosenfeld in Teschen. Quecksilber verändert sich beim Erhitzen an der Luft äusserst langsam; um es in Asche zu verwandeln, muss man es sehr lange Zeit in einer seinem Siedepunkte nahen Temperatur (360°C) halten.

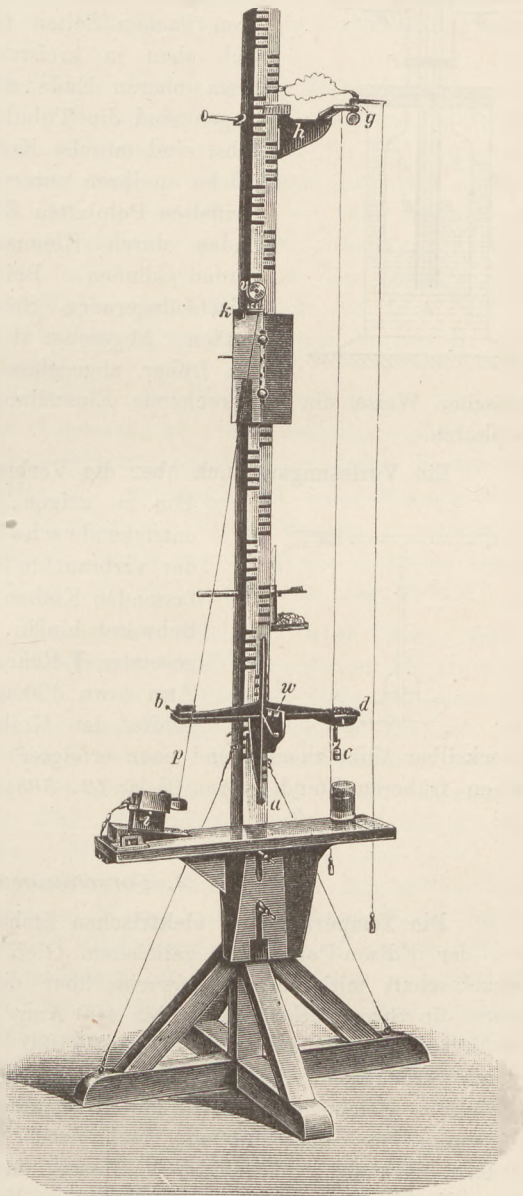
Sehr rasch lässt sich dieses Metall auf folgende Weise veraschen: Man erwärmt 20 g Quecksilber in einem Porzellantiegel, entfernt den letztern, wenn die Verdampfung des Metalls sichtbar wird, vom Feuer und trägt nun nach und nach in kleinen Portionen so viel Kalium ein, dass das entstehende Amalgam nach dem Erkalten fest wird; es wird hierzu etwa ein bohnergrosses Stück Kalium nötig sein. Man bringt nun das erkaltete Amalgam in einen Kolben, erhitzt dasselbe durch eine Spiritusflamme vorsichtig bis über den Schmelzpunkt und leitet sodann bei fortgesetztem nicht zu starkem Erhitzen aus dem Gasometer einen mässig raschen Luftstrom darüber. Es tritt sehr bald ein Moment ein, in welchem ein grosser Teil des Quecksilbers sich fast plötzlich in dunkelgraue Asche verwandelt. Wird nun bei fortgesetztem Durchleiten von Luft anhaltend stärker erhitzt, so nimmt die Asche nach und nach eine braunrote Farbe an. Es empfiehlt sich, während des Erhitzens den Kolben mit der Hand zu fassen und den Inhalt zu schütteln, weil auf diese Weise der Luft eine grössere Oberfläche dargeboten wird. Da die Kaliumasche weiss ist, so kann die rote Farbe nur der Quecksilberasche angehören.

Übergiesst man den Kolbeninhalt mit Wasser, so löst sich die Kaliumasche auf und die ungelöst bleibende Quecksilberasche wird gelb. Nach dem Abfiltrieren und Trocknen erhält man ein Gemenge von Quecksilber und Quecksilberasche; beim Pressen zwischen Leinwand geht das Quecksilber hindurch und die gelbe Asche bleibt zurück.

Berichte.

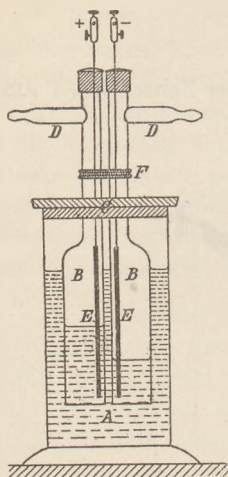
1. Apparate und Versuche.

Verbesserter Fallapparat. Von O. REICHEL. Über den in dieser Zeitschrift (V 229) beschriebenen Apparat bringt die *Zeitschrift für Instrumentenkunde* (XIII 64) einen Bericht, in dem auch einige inzwischen vom Verfasser vorgenommene Verbesserungen mitgeteilt werden. Zur Erläuterung dient die beistehende, der *Zeitschr. f. Instrk.* entlehnte Figur. Der Pendelfaden p legt sich an eine Kante des Winkelblechs k , die lotrecht über der Axe der Wage w liegt, und wickelt sich um einen nur wenig höher angebrachten Wirbel v , der den Pendelkörper zu heben und zu senken gestattet. Die Wage w ist wie früher gestaltet, zur genaueren Justierung ist an dem Träger der verschiebbaren Bleiplatte b ein Draht mit einem Bleikügelchen c angebracht, durch dessen Bewegung der Hebelarm um wenig verlängert oder verkürzt werden kann. Die Flächen a und d , welche die gleichzeitigen Stöße des Pendelkörpers und des Fallkörpers g auszuhalten haben, sind mit einer stark gelockerten, mit einem Messer „gepfügten“ Wachs- schicht belegt, die den Rückstoss vernichten soll, der eine scheinbare Störung des Gleichgewichts zur Folge haben könnte. (Messer und Klebwachs sind zu bequemer Handhabung an der Säule selbst angebracht und an der rechten Seite sichtbar.) Wie in dem früheren Aufsätze ausführlich gezeigt, beobachtet man, dass das Gleichgewicht der Wage durch die Einwirkung der beiden Stöße nicht gestört wird, die beiden „Stosskräfte“ also bei richtig gewählten Abmessungen einander gleich sind. Die Mehrbelastung der Wage durch das aufschlagende Gewicht g wird dadurch wieder aufgehoben, dass infolge des Stosses ein gleich schweres, an der Wage hängendes Gewicht c zum Abfallen gebracht wird.



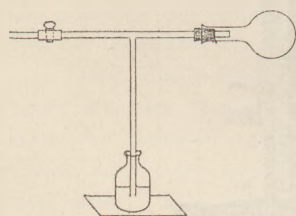
Ein neuer elektrolytischer Apparat. Von J. HABERMANN. Der Hauptvorteil dieses Apparates besteht darin, dass er unter Benutzung einer Noëschen oder Gülicherschen Thermosäule, also bei verhältnismässig schwachen Strömen, für Vorlesungszwecke gute Dienste leistet. Die Glöckchen haben einen halbkreisförmigen Querschnitt und der ganze Apparat die aus der Zeichnung ersichtliche, leicht verständliche Anordnung, wodurch erreicht ist, dass sich die Zersetzung des Wassers mittelst der 50elementigen Gülicherschen

Thermosäule in recht energischer Weise vollzieht, insbesondere dann, wenn die Polplatten bis fast an den unteren Rand der Glöckchen reichen. In dem zur Aufnahme der Zersetzungsflüssigkeit bestimmten Gefässe *A* sind die beiden Glöckchen von halbkreisförmigem Querschnitt *B* mittelst des zweiteiligen Korkes *C* so befestigt, dass sie sich mit ihren flachen Seiten fast berühren. Die Glöckchen setzen sich nach oben in kreisrunde Röhrenansätze fort, welche sich an ihrem oberen Ende etwas erweitern. Unterhalb dieser Erweiterungen sind die Tubulaturen *D* angebracht. In der Erweiterung selbst sind mittelst Kork und Siegellack Platindrähte angebracht, welche an ihren unteren in die Glöckchen reichenden Enden die geriffelten Polplatten *E* tragen, während ihre oberen freiliegenden Enden durch Klemmschrauben mit der Batterie verbunden werden können. Bei *F* sind beide Glöckchen mittelst eines zwischenlagernden Stückchens Kork und Bindfaden fest verbunden. Abgesehen davon, dass diese Anordnung die Erreichung des früher angegebenen Zieles erlaubt, gestattet sie auch in einfacher Weise die entsprechende Einstellung oder Auswechslung der beiden Platinpolplatten.



(*Zeitschr. f. angew. Chemie.* 1892, H. 11.)

Ein Vorlesungsversuch über die Verbrennung von Schwefel. Von W. A. NOYES.



Um zu zeigen, dass die beim Verbrennen von Schwefel entstehende schweflige Säure denselben Raum einnimmt, wie der verbrauchte Sauerstoff, füllt man einen 250 bis 300 cem fassenden Kolben mit Sauerstoff, bringt ein kleines Stückchen Schwefel hinein, evakuiert durch den einen Arm des angesetzten T-Rohres (s. Figur), bis das Quecksilber im andern Arm etwa 300 mm gestiegen ist, schliesst den Hahn und erhitzt den Kolben, um den Schwefel zu entzünden; das

Quecksilber sinkt zuerst, und nach erfolgter Abkühlung steigt es wieder bis etwas über seinen früheren Stand. (*Am. Chem.* 13, 533; *Chem. Centralblatt* 1892, No. 9.)

2. Forschungen und Ergebnisse.

Die Temperatur des elektrischen Lichtbogens. Von J. VIOLE. Mit Hilfe einer von der Edison-Compagnie geliehenen Gleichstrommaschine wurden von J. VIOLE in Gemeinschaft mit TRESCA Versuche über den elektrischen Lichtbogen angestellt, bei denen die Stromstärke von 10 bis 400 Ampère, die elektromotorische Kraft von 50 bis 85 Volt, die Arbeit von 500 bis 34 000 Watt (bez. von 0,7 bis 46 Pferdekraften) variiert werden konnte. Dass bei allen Lichtbögen die Lichtintensität der positiven Elektrode völlig die gleiche war, wurde durch spektrophotometrische Messungen in verschiedenen Gegenden des Spektrums wie auch durch photographische Aufnahmen ausser Zweifel gestellt. Hieraus schliesst der Verfasser, dass die Temperatur des positiven Poles wie auch die der im Lichtbogen enthaltenen Kohleteilchen constant sei, unabhängig von der Menge der verbrauchten Energie. Diese Temperatur wird daher von ihm als die Verdampfungstemperatur des Kohlenstoffs anzusehen.

Zum Zweck der Temperaturmessung wurde ein Bogen mit 400 Ampère zwischen zwei Kohlenstücken von solcher Grösse hergestellt, dass nach einer Erhitzung von fünf oder sechs Minuten der positive Pol auf einer Länge von etwa 1 cm das Licht zeigte, das die Grenztemperatur charakterisiert. Etwa 2 cm vom Ende entfernt war diese Kohle mit einer Aushöhlung versehen, so dass bei allmählichem Verbrauch der Kohle in einem gewissen Zeitpunkt von dem Ende nur ein Kohleknopf von gleichmässiger Lichtintensität übrig war. Dieser wurde durch einen Stoss abgetrennt und fiel in ein cylindrisches Kupfer-

gefäß, auf dessen Boden sich eine Graphitplatte befand, während eine zweite als Verschlussplatte diente. Das Gefäß selbst befand sich in dem Wasser des Kalorimeters, Schirme aus Asbestpapier hielten die Strahlung des Lichtbogens fast völlig ab, deren Einfluss überdies durch Controllversuche vor und nach der Messung eliminiert wurde. Die Öffnung des Kupfercylinders war nur etwa 10 cm von den Kohlen entfernt, daher der Wärmeverlust während des Falles, der innerhalb der Dämpfe des Lichtbogens erfolgte, sehr gering.

Die Menge der von 1 g Kohle abgegebenen Wärme betrug 1600 Kalorien. Da nach Versuchen von Weber und Dewar 300 Kalorien erforderlich sind, um 1 g Graphit von 0° bis 1000° zu erwärmen, so bleiben 1300 Kalorien übrig für die Erwärmung von 1000° bis zur Verdampfungstemperatur der Kohle. Nimmt man an, dass oberhalb 1000° die spezifische Wärme des Graphits ihren theoretischen Wert 0,52 hat, so entsprechen diese 1300 Kalorien einer Temperaturerhöhung von 2500°, die Verdampfungstemperatur der Kohle würde hiernach bei 3500° liegen. [Nach den Versuchen von Weber und Dewar beträgt die spezifische Wärme des Kohlenstoffs bei 138° 0,2542, bei 249° 0,325, bei 822° 0,4539, bei 977° 0,4670, sie scheint sich also in der That dem angegebenen theoretischen Wert zu nähern.]

In einer hieran anschliessenden Mitteilung weist BERTHELOT darauf hin, dass bei den von ihm und VIEILLE angestellten Versuchen über die Verbrennungstemperatur explosibler Gasgemenge Temperaturen bis zu 4000 und selbst 4500° durch die Messung der bei constantem Volumen ausgeübten Drucke, unabhängig von jeder Messung spezifischer Wärmen constatiert seien. Gewisse Versuche von Vieille machen es wahrscheinlich, dass bei 3200° der Dampf des Kohlenstoffs bereits eine merkliche Spannung besitzt.
(C. R. 115, 1273, 1275; 26. Dec. 1892.)

Über colloidales Silber. Die rote Flüssigkeit, welche Wöhler (*Ann. Chem. u. Pharm.* 30, 3, 1839) durch Reduktion von Silbercitrat im Wasserstoffstrom bei 100° und durch Auflösen der Schmelze in Wasser erhielt, wurde für das Salz eines Silbersuboxyds gehalten, bis Newbury (*Am. chem. Journ.* 8) und Muthmann (*Chem. Ber.* 20. 983. 1887) nachwiesen, dass die Lösung dem Gehalt an fein verteiltem metallischen Silber ihre Färbung verdankt. CAREY LEA unterwarf diese Silberlösung einem eingehenden Studium (*Am. Journ.* (3) 37 und 38, 1889; *Phil. Mag.* (5) 32, 1891), und zeigte, dass man eine Anzahl Silberarten erhalten kann, welche sich durch ihre Löslichkeit, ihre Färbungen und ihre grosse Empfindlichkeit gegen äussere Einflüsse von dem gewöhnlichen Silber wesentlich unterscheiden. Eine in reinem Wasser mit dunkelroter Farbe lösliche Modifikation erhielt er durch Eingiessen einer Mischung von 200 ccm neutraler Eisensulfatlösung (30 %) und 280 ccm Natriumcitratlösung (40 %) in 200 ccm einer 10proz. Lösung von Silbernitrat, Dekantieren und Filtrieren des blauschwarzen Niederschlages. Aus dieser Lösung fallen neutrale Salze (Magnesiumsulfat) ein purpurbraunes unlösliches Pulver, welches mit einem Pinsel auf Papier oder Glas gestrichen nach dem Eintrocknen blaue Metallspiegel liefert. Durch Eingiessen einer Mischung von 107 ccm Eisensulfatlösung (30 %), 200 ccm Kalium-Natriumtartratlösung (20 %) und 800 ccm Wasser in eine Mischung von 200 cm Silbernitratlösung (10 %), 200 ccm Kalium-Natriumtartratlösung (20 %) und 800 ccm Wasser erhielt er, je nach der Dauer des Auswaschens, Niederschläge, welche auf Papier gestrichen gold- oder kupferfarbige Spiegel ergaben. Auch durch Einwirkung von Dextrin und Natriumhydroxyd, sowie von Tannin und Natriumcarbonat auf Silbernitrat werden ähnliche Körper gebildet. Sämtliche Silbermodifikationen werden durch die Einwirkung starker Säuren (Schwefelsäure), durch Druck und durch elektrische Entladungen sofort in gewöhnliches weisses Silber übergeführt; unter dem Einflusse der Wärme und des Lichtes entstand eine hellgelbe, gegen die übrigen Agentien wenig empfindliche Zwischenform, die bei längerer Dauer der Einwirkung ebenfalls in weisses Silber übergang. Mit einigen Salzlösungen, die auf normales Silber nicht wirken (Ferryankalium), liefern die empfindlichen Modifikationen eine Reihe schöner Farben-

reaktionen. Die Dichtigkeit der neuen Silberarten wurde erheblich geringer gefunden als die des normalen weissen Silbers. Lea glaubte, es mit allotropen Zuständen des Silbers zu thun zu haben und fasste das empfindliche Silber als den atomistischen Zustand, die unempfindliche gelbe Zwischenform als den molekularen und das normale Silber als einen polymeren Zustand auf.

Muthmann und später Prange (*Beibl. 15, 180; 1891*) haben dagegen gefunden, dass der Farbstoff der roten Silberlösung nicht durch den Dialysator hindurchgeht, dass die Lösung durch Tierkohle entfärbt, durch Gummi arabicum und Alkohol, durch Quarz- und Graphitpulver gefällt wird; sie nahmen deshalb an, dass das Silber sich in dieser Lösung im colloidalen Zustande befinde. Eine Entscheidung dieser Frage suchten BARUS und SCHNEIDER (*Zeitschr. f. physikal. Chem. 8. 279. 1891*) durch die Untersuchung der galvanischen Leitungsfähigkeit der Silbermodificationen herbeizuführen. Die nach der Kohlrausch'schen Methode mit Wechselströmen und Telephon ausgeführten Bestimmungen ergaben, dass der Widerstand der roten Silberlösung mit wachsenden Silbergehalt zunimmt, mit steigender Temperatur in derselben Weise wie jeder andere Elektrolyt abnimmt. Das Silber nimmt also an der Leitungsfähigkeit der Lösung keinen Teil; dieselbe ist vielmehr auf die verunreinigenden Salze zu schieben. Wurde ein Tropfen der Silberlösung zwischen zwei auf einer Glasplatte befestigte Stanniolstreifen gebracht, so nahm die Leitungsfähigkeit des Tropfens während des Verdampfens der Flüssigkeit bis zu einem Maximum zu, dann wieder ab, bis der eingetrocknete Silberspiegel eine vollkommen isolierende Schicht bildete. Dasselbe Resultat wurde bei einer Wiederholung der Versuche (*Wied. Ann. 48. 327. 1893*) mit einem fast vollkommen reinen Produkte erhalten, welches nach einem von SCHNEIDER (*Chem. Ber. 25. 1281; 1892*) angegebenen Verfahren aus dem durch Vermischen der Silbernitratlösung mit der Eisensulfat-Natriumcitratlösung entstandenen Niederschlage durch Auflösen desselben in absolutem Alkohol und Filtrieren der Lösung durch eine Pasteursche Filterröhre aus unglasiertem Porzellan unter dem Druck einer Wasserstrahlpumpe dargestellt wurde. Nach der Auffassung von BARUS und SCHNEIDER besteht das colloidale Silber aus äusserst fein zerteilten Partikeln normalen Silbers, welche infolge der Zähigkeit des Lösungsmittels dauernd schwebend erhalten werden. Da jedes Silbertheilchen sich hierbei mit einer isolierenden Wasserhülle umgibt, so könne keine Leitung durch dieselben stattfinden. Die Ursache der isolirenden Eigenschaft des festen colloidalen Silbers sei entweder in den die Silberpartikel umgebenden eingetrockneten Verunreinigungen oder in den vielen Grenzflächen zu suchen, deren Überspringen dem elektrischen Strome nicht möglich sei. Ausgedehnte Untersuchungen über die Leitungsfähigkeit der nach dem Lea'schen Verfahren auf Papier hergestellten Silberspiegel und die Änderung derselben durch Erwärmen, Belichten, Druck und chemische Einwirkung wurden von OBERBECK angestellt (*Wied. Ann. 46. 265; 47. 353. 1892*). Je nach der Darstellungsweise des Silbers erhielt er gut oder schlecht leitende und isolierende Spiegel. Die Leitungsfähigkeit der ersteren nahm mit der Zeit beständig zu. Durch den Einfluss feuchter Luft wurde der Widerstand des Streifens herabgesetzt, durch einen trockenen Luftstrom erhielt er seinen ursprünglichen Wert zurück. Licht und Wärme verringerten den Widerstand. Für jede Silbergattung ergab sich ein Maximum der Temperatur, über welches hinaus der Widerstand wieder zunahm. Durch Drücken mit einem abgerundeten Glasstab wurde der Widerstand des Silbers dauernd verringert, ebenso durch die Einwirkung von starken Säuren, sauer reagierenden Salzlösungen, Chlor-, Brom- und Jodverbindungen. Auch OBERBECK vertritt die Ansicht, dass bei den colloidalen Silberarten sich Gruppen aus einer je nach der Darstellungsweise verschiedenen Anzahl von Molekülen gebildet haben, welche unter dem Einfluss der untersuchten Agentien continuirlich zerfallen, und dass das normale Silber als die untere Grenze des Zerfalls der Molekülgruppen anzusehen sei. Die Abnahme der Leitungsfähigkeit durch die Bildung von Molekülgruppen werde vielleicht durch die Giese'sche Hypothese (*Wied. Ann. 37. 576. 1889*) erklärt, nach welcher ebenso wie bei Elektrolyten auch bei Metallen die

Leitung des Stromes nur durch freie Ionen vermittelt werde, da eine Dissociation der Moleküle um so häufiger stattfinden werde, je geringer die Anzahl der zu Gruppen vereinigten Moleküle sei.

H. R.

3. Geschichte.

Zur Geschichte und Kritik des Carnotschen Wärmegesetzes. Von E. MACH.
Der Aufsatz enthält weitere Ausführungen zu einigen Gedanken, die in der bereits 1872 veröffentlichten Schrift des Verfassers über die Geschichte und die Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit ausgesprochen worden sind. Wir geben im Folgenden einen gedrängten Auszug aus dem sehr inhaltreichen Aufsatz. Carnot ist zu seiner Entdeckung geführt worden, indem er eine Analogie zwischen dem fallenden, Arbeit leistenden Wasser und der in der Temperatur sinkenden, Arbeit leistenden Wärme beachtete. Er wurde auf den umkehrbaren Kreisprozess durch die Überlegung geführt, dass die Wärme sowenig wie das Wasser nutzlos abfließen darf, wenn das Arbeitsmaximum geleistet werden soll. Carnots Gesetz stellt dies Arbeitsmaximum bei dem umkehrbaren Kreisprozess als Funktion der übergeführten Wärmemenge Q und der Grenztemperaturen t_1, t_2 dar; Clausius führt statt der Arbeitsmenge die in Arbeit verwandelte Wärmemenge (Q') ein, so dass die Gleichung für den einfachsten Kreisprozess die Form annimmt:

$$- \frac{Q'}{T_1} + Q \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) = 0.$$

Der Wärmekreisprozess ist von Zeuner durch einen Prozess mit schweren Massen nachgeahmt worden, MACH giebt eine noch genauere Analogie aus der Hydromechanik, wobei die Wärmemengen durch die Energien, die absoluten Temperaturen durch die Druckhöhen ersetzt werden. Er führt auch eine elektrische Analogie für den arbeitleistenden umkehrbaren Kreisprozess durch, wobei statt der Temperaturen die Potentialwerte eintreten. Bei Verallgemeinerung des Carnotschen Gedankens kann man sich von der Voraussetzung eines Kreisprozesses ganz frei machen und den Satz in folgender Form aussprechen: Wird von einer Energieart $W' + W$ vom Potential V_1 der Anteil W' in eine oder mehrere andere Formen verwandelt, so erfährt der Rest W einen Fall auf das Potential V_2 , und es besteht die Gleichung:

$$- \frac{W'}{V_1} + W \left(\frac{1}{V_2} - \frac{1}{V_1} \right) = 0.$$

Die volle Einsicht in die Energieerhaltung lässt nicht nur die Umwandlung einer Energieart A in eine andere B , sondern auch den hiermit verbundenen Potentialabfall von A und Potentialanstieg von B erkennen. Dass diese beiden Eigenschaften der Energieverwandlung in zwei verschiedenen Sätzen, den sog. beiden Hauptsätzen der mechanischen Wärmetheorie formuliert worden sind, ist nur darin historisch begründet, dass zwischen den beiden Erkenntnissen zwei Dezennien liegen. Die Carnot-Clausius'sche Fassung ist nur ein vollständigerer Ausdruck der Thatsache, von der der erste Hauptsatz nur eine Seite darstellt.

„Während aber für die anderen Energiearten mit dem Potentialfall auch umgekehrt eine Umwandlung und daher ein Verlust an Energie der im Potential sinkenden Art verbunden ist, verhält sich die Wärme anders. Die Wärme kann einen Potentialabfall erleiden, ohne — wenigstens nach der üblichen Schätzung — einen Energieverlust zu erfahren. Sinkt ein Gewicht, so muss es notwendig kinetische Energie, oder Wärme, oder eine andere Energie erzeugen. Auch eine elektrische Ladung kann einen Potentialabfall nicht ohne Energieverlust, d. h. ohne Umwandlung erfahren. Das ist es, was der Wärme neben ihrer Energieeigenschaft in vielen Fällen den Charakter eines (materiellen) Stoffes, einer Menge giebt.“

Aus dieser Eigenheit der Wärme geht nun ein besonderes Verhalten der von Clausius als Entropie bezeichneten Grösse $\int \frac{dQ}{T}$ hervor, die für jeden geschlossenen umkehrbaren Prozess $= 0$ ist. Die analoge Grösse für einen umkehrbaren Energieprozess

anderer Art, z. B. einen elektrischen, ist $\int \frac{dW}{V}$. Diese Grösse ist bei anderen Energieformen für jeden geschlossenen Prozess selbstverständlich = 0. Das einfachste Beispiel eines umkehrbaren Carnotschen Prozesses liefert für alle Energieformen

$$-\frac{W_1}{V_1} + \frac{W_2}{V_2} = 0,$$

d. h. die Entropieänderung des arbeitenden Körpers oder die Summe der Entropieänderungen der beiden Körper von grosser Capacität, zwischen denen der Arbeitsübergang stattfindet, ist gleich Null. Während aber der Energiewert einer schweren Masse, einer elektrischen Ladung u. s. w. mit abnehmender Niveauhöhe notwendig im Verhältnis dieser Niveauhöhe sinkt, muss dies in Bezug auf die Wärme nicht stattfinden. Diese kann vielmehr im äussersten Falle, bei der blossen Überleitung, auch ohne Änderung des Energiewertes sinken. Da $W_1 = W_2$, und $V_1 > V_2$, so wächst hierbei die Entropie. Wenn also auch für jede Energieart ein Analogon der Entropie aufgestellt werden kann, so ist diese doch nur im Fall der Wärme einer Vermehrung fähig. Eine vollständige Übereinstimmung der Umwandlungsgesetze aller Energieen ineinander würde auch unserm Weltbilde nicht entsprechen, denn jede Verwandlung müsste dann einer Rückverwandlung entsprechen, und alle physikalischen Zustände, die einmal da waren, müssten wieder hergestellt werden können. Sätze über die Energie der „Welt“, die Entropie der „Welt“ u. s. w. haben keinen fassbaren Sinn und können der heutigen naturwissenschaftlichen Kritik gegenüber nicht stand halten.

Der Grund für die auffallende Übereinstimmung in dem Umwandlungsgesetz der Energieen wird von E. MACH in historischen Umständen gefunden. Die Arbeit ist seit Galilei und Huygens ein Grundbegriff der Mechanik. Hier liegt es schon in der Definition, dass die (potentielle) Energie eines Gewichtes proportional der Niveauhöhe ist und beim Sinken, bei der Umwandlung, proportional der Niveauhöhe abnimmt. Damit ist die Gleichung gegeben:

$$\frac{W_1}{h_1} = \frac{W_2}{h_2}$$

Die Begriffe der Mechanik wurden nun auf die übrigen Gebiete der Physik angewendet. Coulomb bildete z. B. den Begriff der Elektrizitätsmenge nach dem Begriff der Masse; später wurde die elektrische Niveauhöhe durch die Arbeit der auf dieselbe gebrachten Mengeneinheit gemessen. Damit war auch für die elektrische Energie die obige Gleichung mit allen Konsequenzen gegeben.

Dass dagegen auch die Wärme eine Energie ist, konnte nur durch eigenartige Erfahrungen gefunden werden. Durch die zufällig geringe Veränderlichkeit der Wärmecapazität c mit der Temperatur, und durch die zufällig geringe Abweichung der gebräuchlichen Thermometerskalen von der Gasspannungsskala ist es bedingt, dass der Begriff Wärmemenge aufgestellt werden kann, und dass die, einer Temperaturdifferenz t entsprechende Wärmemenge ct der Wärmeenergie wirklich nahezu proportional ist. Es ist ein ganz zufälliger historischer Umstand, dass Amontons auf den Einfall kam, die Temperatur durch die Gasspannung zu messen. An die Arbeit der Wärme dachte er dabei nicht. Hierdurch werden aber die Temperaturzahlen den Gasspannungen, also den Gasarbeiten, bei sonst gleichen Volumänderungen, proportional. So kommt es, dass die Temperaturänderungen und die Arbeitsniveauhöhen einander wieder proportioniert sind. Diese Übereinstimmung zwischen der Wärme und den andern Energieen würde nicht bestehen, wenn für den Wärmezustand Merkmale gewählt worden wären, die von den Gasspannungen stark abweichen. Es liegt also in der Conformität des Verhaltens der Energieen kein Naturgesetz, sie ist vielmehr durch die Gleichförmigkeit unserer Auffassung bedingt und teilweise auch Werk eines glücklichen Zufalls.

Es ist ferner bemerkenswert, dass der Nullpunkt des Niveaus für alle anderen Energieen willkürlich oder wenigstens nach Umständen veränderlich ist, dass er hingegen für

die Wärme bei -273° C. festliegt. Dies rührt daher, dass für die übrigen physikalischen Zustände zumeist die Differenzen der Potentialwerte gegen die Nachbarkörper maassgebend sind, während bei der Wärme, insbesondere für die Bestimmung des Aggregatzustandes und für die Gasspannung, die absoluten Temperaturen selbst in Betracht kommen. Schlüsse indessen wie die, dass eine Abkühlung unter -273° nicht denkbar sei, dass ein Körper von -273° gar keine Wärmeenergie entfalte u. s. w., beruhen auf einer unzulässigen Extrapolation (vgl. *d. Zeitschr.* I 6.). —

Der Energiebegriff erscheint dem Substanzbegriff coordiniert. Das Constantsetzen einer Summe ist der ursprünglichste und einfachste Ausdruck des mathematischen Substanzbegriffes. Das moderne Energieprinzip führt eine derartige Schätzung der verschiedensten Reaktionen ein, dass alle zusammengezählt bei allen Vorgängen dieselbe constante Summe geben. Es ist ein formales Bedürfnis gewesen, das zur quantitativ begrifflichen Lösung dieser Aufgabe geführt hat, nachdem die Erfahrung die Thatsache der Verwandelbarkeit geliefert hatte. Hiernach ist als Hauptsache bei dem Energieprinzip die spontane, selbstthätige, formale Auffassung der Thatsachen anzusehen. Es handelte sich nicht so sehr um die Entdeckung neuer Thatsachen, als um die Entdeckung einer Form der Auffassung, wie bei Kopernikus. —

Endlich ist zu beachten, dass der im Entropiegesetz enthaltene sogenannte Äquivalenzwert der Wärme (Q/T) nichts weiter als eine Schätzungsweise ist, die absichtlich so gewählt ist, dass die Substanzauffassung ausführbar ist. Aber schon für den nicht umkehrbaren Prozess gilt diese Substanzauffassung nicht mehr. Man darf auch den Äquivalenzwert nur auf die zugeführten und entzogenen Wärmemengen, nicht aber auf die in den Körpern verbleibenden anwenden, wenn man nicht zu ganz anderen Ergebnissen gelangen will. Bei Anwendung dieses Substanzbegriffs auf die im Körper schon enthaltene Wärme, z. B. im Falle des Wärmeausgleichs zwischen zwei verschiedenen warmen Körpern durch Leitung, tritt die Blacksche Wärmemenge an Stelle des Clausiusschen Äquivalenzwertes. Die Begriffe Wärmemenge, Äquivalenzwert, Entropie müssen also ebenso wie die Thatsachengebiete, für die sie aufgestellt sind, auseinandergehalten werden. Auch dem Energieprinzip kommt, ebenso wie jeder anderen Substanzauffassung, nur für ein begrenztes Thatsachengebiet Gültigkeit zu.

(Sitzungsber. Wien. Ak. Bd. CI, Abt. IIa, Dez. 1892.)

4. Unterricht und Methode.

Die Lehre von der Elektrizität auf der Oberstufe. Im *Pädagogischen Archiv* XXXV No. 1, S. 13—47 (1893) lässt W. KRUMME seinem ersten Aufsatz über die Behandlung des Potentials (vgl. *diese Zeitschr.* VI 43) weitere „Beiträge zum Unterrichte in der Lehre von der Elektrizität und vom Magnetismus auf der zweiten Stufe des physikalischen Unterrichts“ folgen. Er fordert, dass die Schule auf der Oberstufe den Satz von der Erhaltung des Arbeitsvermögens zur Grundlage der Darstellung macht, wobei nur der Vorbehalt gemacht werden muss, dass nicht eine blosse Deduktion aus diesem Satze, der in seiner Allgemeinheit nur ein Postulat bedeutet, an die Stelle des Nachweises tritt, dass der Satz auch auf diesem Gebiete gültig ist. Als Ziel des Unterrichts auf der zweiten Stufe bezeichnet der Verfasser das folgende: „Der Schüler soll die im gewerblichen Leben gebräuchlichsten elektrischen Einheiten kennen lernen und mit dem Begriff des elektrischen Arbeitsvermögens und den wichtigsten Beziehungen dieses Arbeitsvermögens zu den übrigen Arbeitsvermögen vertraut gemacht werden.“ Dieser Gesichtspunkt ist für die Oberrealschule wohl zutreffend, da der Schüler in die Lage versetzt werden muss, sich später selbständig auf diesem Gebiete fortbilden zu können; für das Realgymnasium und noch mehr für das Gymnasium werden hingegen die Interessen der allgemeinen Bildung in den Vordergrund treten müssen, wie sie erst kürzlich von Höfler in dieser Zeitschrift (VI 113) dargelegt worden sind.

Dass der Verfasser die Einführung des Potentials auf der zweiten Stufe des

Unterrichts für unzugänglich hält, ist nach seiner früheren Abhandlung selbstverständlich. Man bedarf dazu, wie er ausführt, nur des einzigen Satzes: „Werden die Endflächen A und B eines prismatischen Körpers auf den Potentialen V_1 und V_2 erhalten, und gehen J elektrostatische Einheiten der Elektrizität von A nach B über, so wird eine elektrische Arbeit geleistet, die $J (V_1 - V_2)$ Erg gleichwertig ist.“ Überhaupt empfiehlt er, alles nicht durchaus notwendige mit peinlicher Sorgfalt fernzuhalten und dadurch den Unterricht thunlichst zu vereinfachen. Er definiert deshalb, wie auch sonst meist üblich, Ohm und Ampère empirisch, und durch diese beiden das Volt als diejenige elektromotorische Kraft, die in einem Widerstande von 1 Ohm die Stromstärke von 1 Ampère erzeugt. Ein Eingehen auf Voltas Fundamentalversuch hält auch KRUMME für überflüssig. Beachtenswert ist sein Vorschlag, die Tangentenbussole aus dem Lehrplan der ersten Stufe anzuscheiden und auf der zweiten Stufe bei Gelegenheit der Bestimmung des Erdmagnetismus zu behandeln; dafür soll auf der ersten Stufe das Ampèremeter benutzt werden, dessen Aichung durch das Silber- oder Kupfer-Voltameter leicht verständlich ist. Für die Widerstände empfiehlt er einfache Näherungswerte zu gebrauchen, nämlich $\frac{1}{5}$ für Neusilber und Blei, $\frac{1}{10}$ für Eisen und Platin, $\frac{1}{18}$ für Zink, $\frac{1}{60}$ für Silber und Zink.

Zum Nachweis der freien Elektrizitäten an den Polen eines offenen galvanischen Elementes erklärt der Verfasser für am meisten geeignet den Wasserstrahlduplikator (Verdoppler), von dem sich eine Beschreibung von Elster und Geitel in dieser Zeitschrift (VI 33) findet. Der Apparat gestattet die Elektrizitäten an den Polen eines galvanischen Elementes so deutlich aufzuweisen, dass die Erscheinung für eine ganze Klasse sichtbar ist. Gegen die Condensatormethode hat dieses Verfahren allerdings den Nachteil, dass die Potentialdifferenzen nicht gut untereinander vergleichbar sind.

Der Verfasser schliesst an die allgemeinen Ausführungen noch besondere Darlegungen über die Ableitung des Ohmschen Gesetzes (nach Ohms „galvanischer Kette“), über die Wärmewirkungen des Stroms, über die Beziehungen zwischen chemischem und elektrischem Arbeitsvermögen, und stellt eine grössere Anzahl von Aufgaben zu jedem dieser Gebiete zusammen.

P.

Das Kochsalz im mineralogisch-chemischen Anfangsunterricht. Seiner ersten Programmabhandlung über diesen Gegenstand (vgl. *d. Zeitschr.* V 215) hat JOSEF SCHULLERUS noch eine zweite folgen lassen (Programm des vierklassigen evangelischen Gymnasiums zu Hermannstadt, Ostern 1892). Er verwahrt sich von neuem, er wolle keine Lehrproben oder Unterrichtsvorschriften geben, sondern nur die Vielseitigkeit der Beziehungen darlegen, die gerade beim Kochsalz in betracht kommen. In dieser zweiten Abhandlung führt er im besonderen aus, dass das Kochsalz vor allen anderen Körpern die beste Grundlage für die chemische Seite des mineralogischen Unterrichtes biete. Auch der chemische Unterricht muss seinen Ausgang von einem einzelnen Körper nehmen, denn die Methode kann auf der untersten Stufe weder streng rationell noch systematisch sein, die ersten chemischen Erkenntnisse können vielmehr nur aus der engsten Verknüpfung eines Körpers mit seinen physikalischen und chemischen Eigenschaften gewonnen werden. Auch in bezug auf die Ungeeignetheit einer allgemeinen chemisch-physikalischen Einleitung für den Anfangsunterricht wird man dem Verfasser beistimmen müssen. Und wenn an einen bestimmten Körper angeknüpft werden soll, so hat das Kochsalz in der That mannigfache Vorzüge, vor allem den, dass es sich um einen völlig bekannten und immer wieder leicht erkennbaren Körper handelt; auch bietet es vor allen anderen Körpern die meisten chemischen Anschauungen, aus denen seine chemischen Eigenschaften erkannt und allgemeine chemische Begriffe abgeleitet werden können. Die Zerlegung in seine Bestandtheile und die Synthese aus diesen sind begrifflich überaus einfach; allerdings steht dem gegenüber, dass die Ausführung der Versuche selbst sich für den Anfangsunterricht nicht einfach genug gestaltet, und dass auch die Einwirkung von Schwefelsäure auf Kochsalz, die in diese Untersuchungen aufgenommen ist, einen für den Anfang zu complizierten Vorgang darstellt. Man wird daher der hier befürworteten Methode nicht unbedingt vor

anderen, die von der Verbrennung in Luft oder vom Schwefel ausgehen, den Vorzug zu erkennen können. Es wird vielmehr zu betonen sein, dass man den Gegenstand von verschiedenen Ausgangspunkten her in fruchtbringender Weise behandeln kann, wenn man nur besonnen und mit steter Rücksicht auf die sich darbietenden Verknüpfungen des Stoffes zu Werke geht. —

Der Verfasser führt ferner aus, dass das Kochsalz durch seine inneren Beziehungen zum Chlor zugleich die Grundlage zum Verständnis der physikalischen Eigenschaften der Gase bietet. Er ist von seiner Ansicht so eingenommen, dass er die übliche Behandlung der unsichtbaren Gase, die Versuche mit Sauerstoff und Wasserstoff, dagegen allzusehr herabsetzt. Die Unannehmlichkeit des Experimentierens mit Chlor dürfte im allgemeinen doch davon zurückhalten, dass man den Versuchen mit diesem Gase im Anfangsunterricht eine zu grosse Ausdehnung giebt.

An das Kochsalz schliesst dann der Verfasser noch folgende weitere 13 Gruppen an: Wasser und Eis, Luft, kohlensaurer Kalk, Stein- und Braunkohle, Schwefel, Quarz, Thon, Eisen, Kupfer, Blei, Zink, Zinn, Quecksilber. Auch für den wiederholenden Unterricht erscheint ihm das Kochsalz als der brauchbarste Ausgangspunkt, insofern bei den verschiedensten klassifikatorischen und systematischen Gesichtspunkten immer wieder auf das Kochsalz zurückgegriffen werden kann. Wie in der ersten Abhandlung finden sich auch hier für den Gang des Unterrichts im einzelnen sorgfältig zusammengestellte und vielfach anregende Übersichten. P.

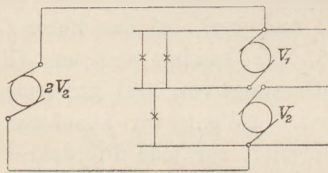
5. Technik und mechanische Praxis.

Zur elektrischen Kraftübertragung. In seiner Schrift „Überblick über die Elektrotechnik“ (vgl. d. Heft S. 210) stellt J. EPSTEIN u. a. die Grundzüge der Kraftübertragung allgemeinverständlich dar; wir entnehmen daraus die folgende Auseinandersetzung, die den Gedankengang eines Technikers wiedergiebt und auch bei der Behandlung des Gegenstandes im Unterricht von Nutzen sein kann. Es handelt sich um die Aufgabe, von Lauffen nach Frankfurt a. M., über eine Entfernung von 180 km einen Effekt, der 300 Pferdekraften gleichkommt, zu transportieren. „Wenn wir annehmen, dass die in Lauffen aufgestellten Dynamomaschinen im Stande sind, für jede Pferdekraft ungefähr 650 Volt-Ampère zu liefern, so werden die Maschinen 650 · 300 Volt Ampère liefern, d. h. wir können je nach Wahl der aufgestellten Maschinen 650 Volt bei 300 Ampère, oder 1300 Volt bei 150 Ampère, oder 2600 Volt bei 75 Ampère erhalten u. s. f. Wir wollen zunächst eine Spannung von 650 Volt bei 300 Ampère wählen. Nun wissen wir, dass Draht den Strom nicht umsonst durchlässt; er verlangt einen Zoll an Spannung, und wir wollen dafür von vornherein 10% des Betrages zur Verfügung stellen. Wir dürfen also auf dem Wege 65 Volt verlieren und fragen uns, wie wir die Leitung zu wählen haben. Die Leitungslänge beträgt für Hin- und Rückweg 360 km. Der Elektrotechniker weiss, dass 1 m Kupferdraht von 1 qmm Querschnitt einen Widerstand von $\frac{1}{60}$ Ohm besitzt, d. h. wenn durch ihn hindurch ein Strom von 1 Ampère geht, er sich mit $\frac{1}{60}$ Volt Spannungsabgabe begnügt. Für einen Strom von 300 Ampère verlangt auch der Draht die 300fache Abgabe an Volt. Nun aber nehmen wir den Draht nicht von einem qmm, wir kennen seinen Querschnitt überhaupt noch nicht und nennen ihn x . Wenn der Draht stärker ist, so gestattet er der Elektrizität leichter den Durchgang und wir erhalten einen Verlust von $\frac{1}{60 \cdot x}$ Volt für jedes Ampère auf den Meter. Auf die 360 000 m erhielten wir daher bei einer Stromstärke von 300 Ampère einen Verlust von $\frac{300 \cdot 360\,000}{60 \cdot x}$ Volt. Damit dieser Betrag gleich 65 Volt werde, müssten wir $x = \frac{300 \cdot 360\,000}{60 \cdot 65}$ machen, d. h. den Querschnitt zu 27 700 qmm wählen, der Leitung einen Durchmesser von ungefähr $\frac{1}{5}$ m geben! Davon kann natürlich keine Rede sein und wir sehen, dass man die Energie in Gestalt von 650 Volt bei 300 Ampère über die gegebene Entfernung nicht transportieren könnte, sondern geringere Stromstärke und darum andererseits höhere

Spannung zu wählen hätte. Überträgt man die Energie unter 32500 Volt, so kommt man mit einer Stromstärke von nur 6 Ampère aus, da 6 Ampère bei 32500 Volt gerade so viel werth sind, wie 300 Ampère bei 650 Volt. Bei einer Stromstärke von 6 Ampère muss man für ihren Transport über den gleichen Weg nur den fünfzigsten Teil des Zolles zahlen, als bei der vorher gewählten Stromstärke von 300 Ampère. Ferner hätten wir jetzt eine Spannung von 32500 Volt zur Verfügung und könnten als 10% des Betrages 3250 Volt hingeben. Das Resultat ist, dass wir mit einem Drahte auskommen würden, dessen Durchmesser etwa 4 mm betrüge, ein schlagendes Beispiel für den wichtigen Grundsatz, sich für Verteilung elektrischer Energie ihrer in Form hoher Spannung und dementsprechend geringerer Stromstärke zu bedienen.

Ausgleich-Dynamo-Maschinen. Jede Dynamo- oder stromerzeugende Maschine kann auch als stromaufnehmende Maschine oder als Motor verwendet werden. Schaltet man zwei mit einander verkuppelte oder fest verbundene Dynamomaschinen zwischen die Leiter eines Dreileitersystems, das seinen Strom von der Maschine $2V_2$ erhält, ein und zwar die eine Maschine zwischen die Leiter 1 und 2 und die zweite zwischen 2 und 3, so werden diese beiden Maschinen, falls sie gleich gebaut sind, imstande sein, die Spannung zwischen den Leitern 1 und 3 in zwei gleiche Teile V_2 zu zerlegen und sie werden, sobald Strom durch sie hindurchgeht, anfangen sich zu drehen; dabei werden sie aber auch dieselbe elektromotorische Gegenkraft und somit die gleiche Klemmspannung d. h. die gleiche Spannung an ihren Polklemmen entwickeln.

Findet nun zwischen den Leitern 1 und 2 eine grössere Stromentnahme statt, werden z. B. zwei Bogenlampen eingeschaltet, deren Kohlen 9 mm Durchmesser haben und die daher zum richtigen Brennen eine Stromstärke von je 11 Ampère erfordern, so wird das elektrische Gleichgewicht in beiden Leiterkreisen gestört. Demzufolge bekommen



alle stromaufnehmenden Apparate zwischen 2 und 3 und damit auch die Maschine zwischen 2 und 3 eine erhöhte Spannung, und da die elektromotorische Gegenkraft in beiden gekuppelten Maschinen gleich ist, so nimmt die Maschine zwischen 2 und 3 einen grösseren Strom auf; sie beschleunigt somit ihre Geschwindigkeit und ist, wenn der

Stromunterschied in beiden Maschinen gross genug ist, sogar imstande die angekuppelte Maschine zu treiben, so dass diese keinen Strom mehr aufnehmen kann, weil die durch diesen Antrieb in ihr entstehende elektromotorische Gegenkraft der Stromaufnahme entgegenwirkt.

Wird der Unterschied im elektrischen Zustand zwischen beiden Leitersystemen noch grösser, d. h. ist die Stromentnahme zwischen 1 und 2 noch bedeutender als angenommen, so erlangt die Maschine zwischen 2 und 3 eine solche Beschleunigung, dass sie Arbeit an die andere abgeben und dass diese als stromerzeugende und stromabgebende Maschine oder als Dynamomaschine wirken kann.

Findet der grössere Stromverbrauch zwischen 2 und 3 statt, so werden die Maschinen ihre Wirksamkeit vertauschen. Auf diese Weise ist also stets ein Ausgleich zwischen den einzelnen Leitern möglich.

In Wirklichkeit aber schaltet man nicht zwischen jedes Leiterpaar eine vollständige Maschine ein, sondern ersetzt die einzelnen Maschinen durch eine einzige, welche entsprechend viele, elektrisch von einander getrennte gleiche Wicklungen auf dem Anker besitzt. In diesem Falle muss die Rückwirkung der Ankerwicklungen auf die Magnete immer constant bleiben, denn annähernd so viel Strom als die eine Wicklung aufnimmt, wird eine oder mehrere zusammen in umgekehrter Richtung abgeben; es ist daher keine Bürstenverstellung nötig, um Funkenbildung zu verhüten. Jede Ankerwicklung hat einen eigenen Kollektor und zwischen je zwei Leitern wird ein Kollektor mit seiner Wicklung eingeschaltet.

Diese Bemerkungen können dazu dienen, das im vorigen Heft S. 192 über Ausgleichmaschinen Gesagte zu erläutern.

W. W.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme, das ptolemäische und das kopernikanische, von Galileo Galilei. Aus dem Italienischen übersetzt und erläutert von Emil Strauss. Leipzig, B. G. Teubner, 1892. LXXIX und 586 S. M. 16,—.

„Der Dialog ist mehr als ein Buch, es spielt sich in ihm ein Stück Kulturgeschichte, ein Denkprozess der Menschheit ab.“ Diese Worte des Übersetzers kennzeichnen die Bedeutung des Werkes aufs zutreffendste. Der Zusammenstoß zweier Weltanschauungen ist sein Gegenstand. Es lehrt, dass nicht logische Formeln, sondern Beobachtungen und Versuche das Hauptmittel der Erkenntnis sind. Ein solches Buch zu übersetzen ist keine kleine Aufgabe; es ist dazu die volle Kenntnis des Lebens Galileis und all seiner Werke, die Kenntnis seiner Zeit, die Kenntnis der vorhergehenden Entwicklung, die Kenntnis der seitdem gemachten Fortschritte erforderlich. Die Aufgabe ist aufs glänzendste gelöst. Der Text liest sich wie ein deutsches Original, ohne dass die feine Grazie des galileischen Stils zerstört wäre. Eine Einleitung, die ganz auf der Höhe der heutigen Galileiforschung steht, orientiert über die Geschichte des Werkes und über die wichtigsten Thatsachen aus Galileis Leben. Eine mehr als 70 Seiten umfassende Reihe von Anmerkungen klärt über alle dessen bedürftige Stellen mit Gründlichkeit und Gelehrsamkeit auf. Dabei ist darauf Rücksicht genommen, dass das Buch auch für Schüler unserer höheren Lehranstalten geeignet ist. Ein Namen- und Sachregister erleichtert die Benutzung des Werkes. Von dem Inhalt selbst zu sprechen ist hier nicht der Ort; doch möge daran erinnert sein, dass Galilei in diesem Werk hauptsächlich die physikalischen Gründe für die doppelte Bewegung der Erde erörtert; es kommt daher u. a. auch der Fall eines Körpers von der Mastschiffes und die östliche Abweichung, das Beharrungsgesetz, die Centrifugalkraft, Passatwinde, Ebbe und Flut, Flüssigkeitsschwingungen in einem Gefäß u. dergl. mehr zur Behandlung. Eine Probe der Übersetzung ist im Programm des Philantropins zu Frankfurt a. M. 1891 veröffentlicht (*d. Ztschr. V 164*). Der Übersetzer ist während der Vollendung des Druckes am 6. Februar 1892 dreißigjährig an einer Lungenentzündung gestorben. Durch dieses Werk hat er sich ein dauerndes Denkmal gesetzt.

P.

Einleitung in das Studium der modernen Elektrizitätslehre. Von Dr. Jgnaz G. Wallentin. Mit 253 in den Text gedruckten Holzschnitten. Stuttgart, F. Enke, 1892. XII u. 560 S. M. 12,—.

Das Buch ist für Leser bestimmt, die „— ausgerüstet mit den Kenntnissen in der Elektrizitätslehre, wie sie in unseren höheren Schulen den Schülern beigebracht werden — bestrebt sind, mit den theoretischen Anschauungen in diesem Wissensgebiete, mit den wesentlichsten Hilfsmitteln der experimentellen Forschung und mit den grundlegenden Methoden derselben sich vertraut zu machen“. Es hat ein vorwiegend theoretisches Gepräge und die experimentelle Forschung kommt darin nicht ganz zu ihrem Rechte. Die Mathematik muss sicherlich in allen Fällen angewandt werden, wo es für die Genauigkeit und Klarheit der Darstellung nützlich ist, doch ist dabei stets zu berücksichtigen, dass Rechnungen und Konstruktionen der Physik nur als Werkzeuge dienen sollen. Diese Werkzeuge müssen der gerade zu leistenden Arbeit entsprechen und müssen mit Geschick und Kraft gebraucht werden. Der Verfasser dagegen ist allzusehr bemüht, sich nur des sogenannten „elementaren Kalküls“ zu bedienen, während er andererseits z. B. in der Lehre von den oscillierenden Entladungen selbst vor der Integration einer linearen Differentialgleichung zweiter Ordnung nicht zurückscheut, sie aber nicht exakt durchführt. Der reiche Stoff, den das Buch bietet, ist folgendermaßen gegliedert: I. Elektrostatik. II. Elektrizität im dynamischen Zustand. III. Lehre von den magnetischen Erscheinungen. IV. Elektromagnetismus. V. Galvanische und Magneto-Induction. VI. Elektrische Einheiten. VII. Elektromagnetische Messinstrumente; Messen der elektrischen Größen. VIII. Magneto-elektrische und dynamoelektrische Maschinen. IX. Anwendungen der Elektrizität in der Telegraphie, Telephonie und Mikrophonie. X. Beziehungen zwischen Elektrizität und Licht (Elektrooptik). XI. Elektrische Erscheinungen der Atmosphäre und im Erdinnern. Die Abschnitte III, IV, V, VII, VIII und XI sind recht gut und ausführlich ausgefallen. Der Verfasser schreibt zwar nicht ungewandt, aber er gebraucht mitunter Ausdrücke, die dem Reichsdeutschen das Verständnis des Gesagten erschweren. Die äussere Ausstattung des Werkes ist vortrefflich, die Figuren sind mehrfach nach den Abbildungen der Originalarbeiten geschnitten.

H. Hahn-Machenheimer, Berlin.

Quantitative chemische Analyse durch Elektrolyse. Nach eigenen Methoden von Dr. Alexander Classen. 3. Auflage. Mit 43 Holzschnitten und einer lithographierten Tafel. Berlin, Julius Springer, 1892. 212 S. M. 6,—.

Es ist das ganz besondere Verdienst des Verfassers, einen neuen Zweig der quantitativen chemischen Analyse, nämlich die Analyse durch Elektrolyse, begründet und unter der Mitwirkung einiger anderer Forscher soweit gefördert zu haben, dass er sich in den verschiedenen wissenschaftlichen Laboratorien wie in denen der Grossindustrie eingebürgert hat. Nachdem in der Einleitung (S. 1—65) das Wesen eines elektrolytischen Vorganges kurz gekennzeichnet, und auf einige sekundäre Reaktionen, soweit sie für die vorliegenden Prozesse von Bedeutung sind, hingewiesen ist, beschreibt der Verfasser die erforderlichen Apparate, nämlich die etwa zur Verwendung kommenden Stromquellen, Rheostaten, Galvanometer und Voltmeter, sowie schliesslich diejenigen Formen der Platinelektroden, welche sich bei der elektrolytischen Analyse als vorteilhaft erwiesen haben. Als dann giebt er in der ersten Abteilung des Buches (S. 66—140) zunächst die sorgfältig und meist von ihm selbst ausgearbeiteten Methoden an, um aus einer Lösung, in welcher nur ein Metall enthalten ist, dasselbe zu bestimmen. Für die meisten Fälle empfiehlt er, dem Elektrolyten die Form des Kalium- resp. Ammoniumdoppeloxyalates zu geben, weil sich daraus die meisten Metalle an der Kathode in cohärenter Gestalt abscheiden, ohne dass sich störende Zwischenprodukte bilden, oder das Kation von dem Anion sekundär angegriffen würde. In anderen Fällen genügen auch die Nitrate oder Sulfate diesen Bedingungen, während von den Doppelyaniden seltener Gebrauch gemacht wird. Die Metalle *Pb*, *Mn*, *Al* und *Cr* zeigen ein besonderes Verhalten, insofern sich die beiden ersteren aus der salpetersauren Lösung an der Anode als Superoxyde abscheiden, das *Al* aus dem Ammoniumdoppeloxyalat als $Al_2O_3 \cdot H_2O$ gefällt wird und das *Cr* aus dem Ammoniumdoppeloxyalat in Chromsäure übergeht, die durch Bleiacetat weiter bestimmt wird. Ferner werden die näheren Vorsichtsmaassregeln für ein exaktes Arbeiten, wie sie sich aus der Praxis des Verfassers ergeben haben, genau auseinandergesetzt, namentlich kommen hier die Concentration und Temperatur der Lösungen und die Dauer und Stärke des eingeführten Stromes in Betracht. Das Ende einer Elektrolyse wird in kleinen, mittelst eines Kapillarröhrchens zu entnehmenden Proben durch chemische Reagentien, wie Schwefelammonium, Schwefelwasserstoff, Kaliumferrocyanid, festgestellt. — Es schliessen sich hieran die Trennungsmethoden an, deren man sich zu bedienen hat, falls mehrere Metalle im Elektrolyten vorhanden sind. In erster Linie ist hierbei die Natur der anwesenden Säuren und der sich ausscheidenden Ionen und erst in zweiter Linie die Stromstärke maassgebend. Nicht immer lassen sich die Metalle einzeln rein elektrolytisch scheiden, zuweilen ergeben sich vielmehr Gruppen mehrerer gleichzeitig niedergeschlagener Metalle, die dann auf chemischem Wege weiter zu bestimmen sind; oder es wird der Elektrolyt durch gewisse Reagentien in einzelne Gruppen aufgelöst, die für sich der Elektrolyse unterworfen werden. In der nun folgenden zweiten Abteilung des Buches (141—191) werden die specielleren Methoden erörtert, die bei der Analyse gewisser, meistens dem metallurgischen Gebiet angehörender Stoffe zu befolgen sind.

Da das Buch für den praktischen Analytiker bestimmt ist, so wird von theoretischen Betrachtungen gänzlich abgesehen.

R. Lüpke.

Leitfaden der Chemie für Realschulen. Von Dr. Max Ebeling. Berlin, Weidmannsche Buchhandlung, 1892. 157 S. M. 2,20.

In diesem Leitfaden hat der Verfasser nach den bekannten grösseren Lehrbüchern der theoretischen, experimentalen und technischen Chemie eine Zusammenstellung derjenigen Kapitel der anorganischen Chemie und Krystallographie gegeben, welche für den Schulunterricht allgemein als wichtig gelten.

Indessen dürfte es schwer sein, den gesamten vorliegenden Stoff innerhalb eines Jahres in einer Klasse zu behandeln, die der Sekunda eines Realgymnasiums entspricht. Namentlich absorbiert die Erläuterung der Grundbegriffe nach der vom Verfasser dargestellten Methode zu viel Zeit, selbst wenn die erforderlichen Kenntnisse aus der Wärmelehre bei dem Schüler vorausgesetzt werden könnten. Es gehören viele Unterrichtsstunden dazu, wenn man nach Hofmann's „Einleitung in die moderne Chemie“ aus den elektrolytischen und synthetischen Versuchen über Wasser, Salzsäure und Ammoniak, die besser im Zusammenhang nach der Besprechung dieser Körper als im Text vereinzelt hätten dargestellt werden sollen, das Gesetz der constanten Zusammensetzung einer chemischen Verbindung sowie die Begriffe Molekül und Atom mit wirklichem Erfolg ableiten will. Abgesehen ferner davon, dass diese gasometrischen Versuche kostspielige Apparate erfordern, ergeben sie doch nur die Atomgewichte der wenigen gasförmigen Elemente.

Aber von einer Bestimmung der Atomgewichte der unvergasbaren Elemente sieht der Verfasser gänzlich ab, dehnt vielmehr den für gasförmige und leicht vergasbare Elemente gefundenen Atom-begriff ohne weiteres auf alle Elemente aus. Auch ist der Wortlaut der auf den Seiten 36–38 verzeichneten Sätze nicht präzise genug, nämlich dass man die kleinsten unmessbaren Massenteilchen eines Körpers Molekeln nennt, dass zufolge der Gesetze von Mariotte und Gay-Lussac (von denen übrigens letzteres vom Verfasser Carles und Dalton zugeschrieben wird) der molekulare Bau aller Gase derselbe ist, sowie dass die Äquivalentgewichte die atombindenden Minimalgewichte sind. Ausserdem hätte von den S. 36 unten stehenden sieben Gleichungen die erste völlig genügt, um zu erläutern, dass ein Molekül Wasserstoff aus mindestens zwei Atomen bestehen muss, und ferner hätten die Erörterungen über die verschiedenen Ansichten von der Konstanz der Valenz fortfallen können. — In Anbetracht der zur Verfügung stehenden kurzen Zeit würde man die Schüler in die Grundlehren der Chemie schneller und sicherer einführen, wenn man nach der Einleitung von Rüdorffs „Grundriss der Chemie“ von einigen wenigen, aber anschaulichen Versuchen mit festen Körpern ausgeht.

Was den sonstigen Umfang des Stoffes anbetrifft, so hätte derselbe ebenfalls vielfach abgekürzt werden müssen. Man wird nicht erwarten können, dass der Schüler die Namen der einzelnen Forscher nebst den beistehenden Jahreszahlen im Gedächtnis behält. Ebenso wenig wird er sich die verschiedenen Angaben über den kritischen Druck und die kritische Temperatur der Gase merken können, besonders da ein entsprechender Versuch der Condensation der Gase, der sich mit dem Schwefeldioxyd am leichtesten ausführen lässt, nicht angegeben ist. Ferner könnte man von einer Charakteristik des elementaren Fluors und der schwarzen Modifikation des Phosphors, sowie von der Verhüttung der Bleierze nach dem englischen Verfahren und von dem Pattinsonschen Prozess der Entsilberung des Bleis gänzlich absehen und das Kapitel der Spektralanalyse in den physikalischen Unterricht verweisen. Auch führt es zu weit, die Phlogistontheorie auseinanderzusetzen, sowie beim Kupfer und Quecksilber die beiden Oxydationsstufen zu unterscheiden. Besonders fraglich aber ist es, ob bei der kurzen Zeit die einzelnen Krystallsysteme, von denen das quadratische ohne zwingenden Grund hinter das hexagonale gestellt wird, in der angegebenen Ausführlichkeit behandelt werden können, ob es möglich ist, auf die Skalenooeder des Kalkspats, die Streifung der triklinen Feldspäte, sowie auf die verschiedenen sonstigen Hemiedrieen und Zwillingbildungen einzugehen.

Dagegen entspricht es dem Zweck des Buches und ist als ein Vorzug desselben anzuerkennen, dass der Verfasser die verschiedenen Zweige der technischen Chemie, die für den Schüler leichter fasslich sind, ausführlicher, als es sonst geschieht, darstellt, ohne zu sehr ins einzelne zu gehen. So wird die Sodaindustrie, die Fabrikation der Sprengstoffe, die Keramik, das Beizverfahren in der Färberei, die Galvanoplastik, die freilich von der Galvanostegie hätte unterschieden werden müssen, ferner die Spiegelmanufaktur und die Gewinnung und Verarbeitung der Schwermetalle und ihrer Legierungen knapp, aber verständlich behandelt und einerseits durch gute Abbildungen, andererseits durch statistische Zahlenangaben und graphische Darstellungen näher charakterisiert.

In betreff der Anordnung des Stoffes bietet das Buch nichts eigenartiges, da dieselbe wie in den grösseren Lehrbüchern streng systematisch ist. Es wird ein Element nach dem anderen samt den Verbindungen erörtert, und zwar werden stets in der nämlichen Reihenfolge die Darstellung, die Eigenschaften, die Anwendung, das Vorkommen und das Geschichtliche besprochen. Indessen dürfte es wohl vorzuziehen sein, je nach den einzelnen Fällen von dieser schematischen Anordnung abzuweichen. So könnte man die Körper Chlor, Salzsäure und Kochsalz besser in umgekehrter Reihenfolge besprechen, ferner beim Schwefel und Phosphor, sowie bei vielen Metallen wie Zink, Quecksilber und Eisen zuerst das physikalische und chemische Verhalten der Elemente kennzeichnen, dann das Vorkommen in der Natur und erst hierauf die Gewinnung angeben.

Die Darstellung des Stoffes ist im allgemeinen klar und leicht verständlich. Nur finden sich hier und da einige sachliche Ungenauigkeiten. So ist S. 11 der Stickstoff als Hauptbestandteil des tierischen und pflanzlichen Körpers ganz unberücksichtigt geblieben. Der Phosphor oxydiert sich bei dem durch Figur 48 erläuterten Versuch nicht zu P_2O_5 , sondern zu P_2O_3 . Die durch die Einwirkung von Ammoniak auf geschmolzenes Kalium entstehende Stickstoffverbindung ist nicht Kaliumnitrit K_3N , wie S. 42 steht. Auf S. 51 hätte betont werden müssen, dass ein mit Chlorbaryum sich bildender Niederschlag nur dann Schwefelsäure anzeigt, wenn er in Säuren unlöslich ist. Ferner wird bei der Fabrikation des Leuchtgases (S. 67) die grösste Menge des Ammoniake nicht schon in der Vorlage, sondern in den Waschtürmen condensiert. Auf S. 95

wird die Thatsache, dass die Wände der Neubauten feucht sind, ausschliesslich auf das nach der Gleichung $\text{Ca O}_2 \text{H}_2 + \text{CO}_2 = \text{Ca CO}_3 + \text{H}_2 \text{O}$ freiwerdende Wasser zurückgeführt, während die grossen Mengen des dem Mörtel mechanisch beigemengten Wassers nicht in Betracht gezogen werden. S. 96 hätte zwischen wasserfreiem und krystallisiertem Chlorcalcium ein Unterschied gemacht werden sollen. Ferner wird S. 102 das Ziehen von nahtlosen Röhren aus Scheiben mit dem Mannesmannschen Schrägwalzverfahren verwechselt.

Stellenweise lässt auch der Ausdruck zu wünschen übrig. So steht S. 8, 3. Zeile von oben: Der Sauerstoff ist in der Luft nicht brennbar; S. 30, 7. Zeile von unten: Solche Körper, die von ebenen Flächen unter ganz bestimmten, „sich gleichbleibenden“ Winkeln begrenzt werden, nennt man Krystalle; S. 61, 13. Zeile von unten: Das Kohlenoxyd bildet sich durch „Überleiten und Zersetzen von Kohlensäure über glühende Kohlen“; S. 74, 13. Zeile von unten: ein Glas, wie es in unseren Fensterscheiben „enthalten“ ist; S. 81, 2. Zeile von oben: Mit Ausnahme des Quecksilbers sind alle Metalle bei gewöhnlicher Temperatur fest und „wenig flüchtig“; S. 119, 9. Zeile von unten: Man benutzt die Galvanoplastik zur „Verkupferung“ von Bildsäulen. Schliesslich sei noch hervorgehoben, dass auch die Terminologie von der sonst üblichen zuweilen in unvorteilhafter Weise abweicht, wie die Bezeichnungen Ätznatrium statt Ätznatron, Kaliumlauge statt Kalilauge, Schwefelwasserstoff-Ammonium statt Schwefelammonium, zweifaches und einfaches Natriumkarbonat ($\text{Na}_2 \text{CO}_3$ und Na H CO_3) statt neutrales und saures Natriumkarbonat, darthun, sowie dass die Zahl der Druckfehler bedeutend grösser ist, als die letzte Seite des Buches angiebt.

B. Lüpke.

Leitfaden für den ersten Unterricht in der anorganischen Chemie, auf rein experimenteller Grundlage. Methodisch bearbeitet von Max Rosenfeld, Prof. an der k. k. Staatsrealschule in Teschen. Mit 58 in den Text gedruckten Abbildungen. Zweite Ausgabe. Freiburg i. B., 1892. Herdersche Verlagshandlung. 153 S. M. 2,—; geb. M. 2,35.

Das Buch fördert den chemischen Unterricht in methodischer sowohl als in technisch-experimenteller Beziehung. Es befolgt in der Gruppierung des Stoffes im ganzen das Arendtsche Prinzip der Sonderung nach Abschnitten, die durch das chemische System bestimmt sind, im Einzelnen der methodischen Durchführung ist es dem Wilbrandschen Lehrgang verwandter, erweist sich aber in beiden Richtungen als eine durchaus selbständige Leistung, wie man bezüglich der Einteilung schon aus der Inhaltsübersicht erkennen wird: I. Verhalten der Körper zu Lösungsmitteln (Auflösung fester, flüssiger, gasförmiger Körper). — II. Chemische Synthese (Verhalten des Körpers zu atmosphärischem Sauerstoff, zu Schwefel, Chlor, Brom, Jod). — III. Chemische Analyse (Reduktion, Substitution, Elektrolyse). — IV. Verbindungsgewichte. — V. Die Gasdichten der Körper. — VI. Salze (Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Kohlensäure, Phosphorsäure, Ammoniumsalze, Chlorsaures Kalium, Borsaures Natrium, Quarz, Kieselsäure Salze, Flussspat, gelbes Blutlaugensalz). — VII. Allotropie. — VIII. Atmosphärische Luft (Atmung und Verbrennung). — IX. Legierungen. — X. Atomistische Theorie. — XI. Systematische Übersicht der Elemente.

Im einzelnen ist es als ein Vorzug des Buches zu bezeichnen, dass nicht, wie bei dem auf das knappste bemessenen chemischen Vorkursus der deutschen höheren Schulen, hastig von einer Untersuchung zu einer anderen fortgeschritten wird, sondern dass durch eine Anzahl gleichartiger Experimente ein Verweilen auf jeder Stufe erfordert wird. So werden (in II) Verbrennungen von *Na*, *Fe*, *Pb*, *Zn*, *Hg* vorgenommen, die Gewichtszunahme von *Na*, *Fe*, *Cu*, *Mg* die beim Verbrennen in Luft eintritt, nachgewiesen u. s. w. Die Versuche weichen zum grossen Teil vom Hergebrachten ab; so bedient sich der Verfasser zum Nachweis der Gewichtszunahmen des Aräometers, an Stelle des Phosphors benutzt er *Na* zum Nachweise, dass beim Verbrennen ein Teil der Luft verbraucht wird u. s. w. Einige solche eigenartige Versuche sind den Lesern durch diese Zeitschrift bekannt geworden (VI 137, 196). Manche von den vorgeschriebenen Versuchen möchten wohl über die Grenzen des Schulunterrichts hinausgehen, so die volumetrische Analyse der *HCl*, die an Genauigkeit die den Hochschulen meist übliche Hofmansche Methode noch übertrifft (auch in Heumanns Anleitung zum Experimentieren, 2. Aufl. 1893 aufgenommen). Den Experimenten ist in der Regel eine so genaue Vorschrift hinzugefügt, dass auch dem weniger Geübten die Ausführung gelingen wird. Das Buch kann auch aus diesem Grunde den Fachgenossen zur Beachtung empfohlen werden.

P.

Überblick über die Elektrotechnik. Sechs populäre Experimentalvorträge gehalten im Physikalischen Verein zu Frankfurt a. M. von Dr. J. Epstein. Frankfurt a. M. 1892. In Commission bei Joh. Alt. 61 S. M. 1,50.

Die Vorträge geben eine sehr klare und anschauliche Darstellung der elektrischen Grund-

begriffe, der elektromagnetischen Erscheinungen und deren Anwendungen, der elektrischen Maschinen, Effekte und Verteilungssysteme. Der Gegenstand wird unabhängig von dem traditionellen Schema in meist origineller, frisch aus dem Verkehr mit der Praxis geschöpfter Behandlung vorgeführt. Ein Beispiel davon findet man an einer anderen Stelle dieses Heftes (S. 207). P.

Programm-Abhandlungen.

Das Spiegelbild eines leuchtenden Punktes in bewegtem Wasser. Von Heinrich Krüger. Fürstenschule zu Pless. Ostern 1892. Pr. Nr. 201. 16 S. und eine Figurentafel.

Ein Lichtpunkt erzeugt in einer mässig bewegten Wasserfläche als Spiegelbild einen Lichtstreifen. Der Verfasser versucht mittelst der geometrischen Optik diese Erscheinung zu erklären. — Es sei A das Auge des Beobachters, L der leuchtende Punkt und P und Q ihre Projektionen auf den Wasserspiegel. Bei der Bewegung des Wassers soll an jedem Punkte der Strecke PQ eine kleine Welle entstehen, in deren Oberfläche sich das Licht spiegelt. Jede dieser sich folgenden Wellen gebe daher dem Auge als Spiegelbild einen Lichtpunkt; die kontinuierliche Folge dieser Lichtpunkte rufe den Eindruck eines Lichtstreifens, einer Lichtlinie hervor. Um deren Verlauf zu verfolgen, genüge es, von der krummen Oberfläche jeder Welle denjenigen unendlich kleinen Teil derselben oder, anders ausgedrückt, diejenige Tangentialebene zu berücksichtigen, von welcher aus ihrer Lage nach nur das zurückgeworfene Licht ins Auge gelangen kann. Die in ihrer Gestalt wechselnde Wellenfläche sei in Folge dieser einfachen Überlegung ersetzt, durch eine kontinuierlich sich folgende Reihe von ebenen Spiegelementen, deren Neigung nach dem Reflexionsgesetz sich stetig mit ihrem Orte auf PQ ändere. Da der Verfasser stillschweigend die Wellenhöhe als verschwindend klein angenommen hat, so glaubt er sich durch die angeführten Betrachtungen von der Gestalt der Wellenfläche unabhängig gemacht zu haben. Indem er sich auf diese durchaus nicht einwandfreie Grundlage stützt, behandelt er ausführlich die Konstruktion, geometrischen Charakter, Gestalt, Gattung, Lage und metrische Eigenschaften des Spiegelbildes, der Serpentine einer ebenen zweizügigen Kurve dritter Ordnung von der ersten Gattung, die aus dieser zirkularen Serpentine und einem zirkularen Oval besteht, und untersucht dann noch für besondere Lagen des Lichtpunktes und des Auges die Entartung des Spiegelbildes. Recht beachtenswert ist die Methode des Verfassers, der mit grossem Geschick die Verfahren der synthetischen Geometrie zu gebrauchen versteht. Hahn-Machenheimer.

Über neuere magnetische Forschungen. Von Heinrich Evers. Real-Gymnasium und Lateinlose höhere Bürgerschule zu St. Petri und Pauli zu Danzig. Ostern 1892. Pr. No. 44. 23 S. und eine Figurentafel.

Die Schiffbaukunst und die Elektrotechnik haben in den letzten Jahrzehnten wichtige und erfolgreiche Untersuchungen über den Magnetismus veranlasst. Der Verfasser unternimmt es die Ergebnisse dieser Forschungen in übersichtlicher Weise zusammenzustellen, indem er sich dabei vorzugsweise auf die Arbeiten von Mascart und Joubert, Thompson, Hopkinson und besonders auf das treffliche Werk von Ewing (magnetic induction in iron and other metals, London 1892) stützt. Nachdem er die Begriffe Pol, magnetische Axe, magnetisches Moment, Magnetisierungsintensität, magnetisches Feld, Kraftströmung, Kraftrohre, Magnetisierungslinie, Induktion, Permeabilität und Suszeptibilität festgelegt hat, bespricht er kurz die magnetomotorische Methode zur Bestimmung der Magnetisierungsintensität, die ballistische Methode zur Bestimmung der Induktion und die graphische Darstellung der Ergebnisse durch Magnetisierungs-, Induktions-, Suszeptibilitäts- und Permeabilitätskurven, wobei er zugleich die Untersuchung des Sättigungszustandes nach der Isthmus-Methode von Ewing berücksichtigt. Die hieran sich anschliessende Behandlung der Lehre vom magnetischen Kreise führt zu einem dem Ohmschen Gesetz entsprechenden Satze (Induktionsströmung = magnetomotorischer Kraft / magnetischen Widerstand des Kreises) und zu der Vorausberechnung der Dynamomaschinen. Hieran knüpft sich die Untersuchung der Hysteresis, wobei für den Ausdruck „Coercitivkraft“, der so lange in unklarer Weise gebraucht wurde, eine anschauliche und feste Bedeutung gewonnen wird. Nachdem hergeleitet worden ist, dass die Hysteresisfläche die Energie darstellt, die jedes Kubikcentimeter des magnetischen Mediums während eines vollständigen magnetischen Cyklus absorbiert, werden die Untersuchungen des Japaners Tanakadaté besprochen, der nachgewiesen hat, dass ungefähr 80 % der durch Hysteresis zerstreuten Energie zur Temperaturerhöhung des Eisens verwandt werden. Den Schluss der Abhandlung bildet eine Darstellung der schönen Molekulartheorie, die Ewing für den inducierten Magnetismus aufgestellt hat. — Es ist dringend zu wünschen, dass die vor-

liegende Arbeit den Verfasser selbst oder einem anderen Fachgenossen zur Behandlung der Frage veranlasst: Welche Ergebnisse der neueren Forschungen über den Magnetismus sind notwendiger Weise im Schulunterricht zu berücksichtigen und durch welche schulgemässen Versuchsreihen gelangt man auf dem einfachsten und anschaulichsten Wege zu diesen Ergebnissen? Eine Erledigung dieser Frage ist um so wichtiger, als damit zugleich auch die Grundlage für die nicht mehr länger abzuweisende Reform in der Behandlung der elektrischen Induktionserscheinungen gewonnen wird.

Hahn-Machenheimer.

Das Ohmsche Gesetz als Grundgesetz des Elektromagnetismus. Von Prof. Robert Lang. Gymnasium zu Heilbronn. Ostern 1892. 30 S. und eine Figurentafel.

In der Einleitung schildert der Verfasser in grossen Zügen die geschichtliche Entwicklung der Lehre vom magnetischen Kreise. Dann untersucht er im ersten Abschnitt der Abhandlung die Grundlagen der magnetischen Analogie zum Ohmschen Gesetz, indem er an Beispielen die Ähnlichkeit zwischen elektrischem und magnetischem Strom im allgemeinen erläutert, die dabei auftretenden Begriffe der magnetomotorischen Kraft, des magnetischen Widerstands, der Permeabilität und des magnetischen Widerstandskoeffizienten festlegt und schliesslich die allgemeine Formel für das Grundgesetz des strömenden Magnetismus aufstellt. Im zweiten Abschnitt wendet er diese Analogie bei der Untersuchung von geraden zylindrischen Elektromagneten an, indem er für Stäbe aus weichem Eisen unter der Annahme sehr einfacher Verhältnisse den Luftwiderstand des Mantels und der oberen Endflächen und schliesslich den magnetischen Gesamtwiderstand berechnet. Die erhaltene Formel wird für mittlere und lange Stäbe an den Versuchsergebnissen von Bosanquet und für kurze Stäbe an den Versuchsergebnissen von v. Waltenhofen geprüft, dann zu dem Nachweis benutzt, dass sowohl der Durchmesser- als der Längensatz von Dub keine allgemeine Gültigkeit besitzen und zum Schluss zur Auflösung zweier praktisch wichtiger Aufgaben angewandt, die zuerst von Waltenhofen mittelst empirischer Formeln gelöst hat. Der Verfasser, ein Vertreter der Faraday-Maxwellschen Vorstellungen, vermag freilich seinen Untersuchungen nicht die so künstlerisch fein ausgearbeitete Form zu geben, an welche die Kirchhoffsche Behandlung der theoretischen Physik uns gewöhnt hat, aber wir werden durch die vorliegende Abhandlung in erfreulicher Weise auf die grosse Fruchtbarkeit der neueren Anschauungen hingewiesen, die besonders in der Elektrotechnik zu so schönen Erfolgen geführt haben.

Hahn-Machenheimer.

Über den Zusammenhang der physikalischen Eigenschaften der Krystalle mit ihrer Krystallform. Von Wilhelm Völler. Realgymnasium zu Cassel. Ostern 1892. Pr. No. 401. 23 S.

Auf Grundlage der Schriften von Bauer, Exner, Groth, Sohnke sind die Beziehungen zwischen der Krystallform und den physikalischen Eigenschaften übersichtlich und klar zusammengestellt. Die Bedeutung der letzteren für die Erkenntnis der ersteren und umgekehrt wird hervorgehoben.

P.

Induktive Heimatkunde als Grundlage des geographischen Unterrichts. Mit Berücksichtigung der preussischen Lehrpläne von 1892 erläutert am Beispiele Oppeln. Kgl. Kath. Gymnasium, Oppeln. Ostern 1892. 31 S. und eine Figurentafel.

Der naturwissenschaftliche Charakter des geographischen Unterrichtes gelangt zu immer allgemeinerer Anerkennung. Ein Zeugnis davon ist auch dieses Programm, das die Heimatkunde an einem konkreten Beispiel gründlich und mit sichtlicher Liebe zur Sache behandelt. Als Ziel des Unterrichts in der Heimatkunde wird bezeichnet: 1. eine angemessene Kenntnis der Heimat zu bieten nach Bodengestalt, Bodenbeschaffenheit, Klima, Pflanzen-, Tier- und Menschenwelt; 2. an den Objekten der Heimat die geographischen Grundbegriffe zu erläutern; 3. das Prinzip der kartographischen Aufnahmen durch Arbeiten im Gelände praktisch zu erläutern; 4. Verständnis des Kartenbildes zu erzielen; 5. Orientierungsübungen und Wanderungen nach der Karte auszuführen. Dass jeder geographische Anfangsunterricht ein Unterricht in der freien Natur, ein Unterricht an den Objekten selbst sein sollte, dieser Gedanke ist völlig im Geiste einer induktiven Behandlung dieses Unterrichts, für die freilich die kleineren Gymnasien günstigere Vorbedingungen darbieten als die Schulen der Grossstadt. Es ist in hohem Grade anziehend, wie der Verfasser sein Prinzip für die einzelnen Klassen durchführt und von der sinnlichen Anschauung geographischer Objekte zu ihrer kartographischen Festlegung überleitet. Die Ableitung der Begriffe Polhöhe und Mittagslinie, geographische Breite und Länge findet erst auf diesem Wege ihre volle anschauliche Unterlage. Die dargelegten Bestrebungen stimmen aufs schönste mit den in dieser Zeitschrift wiederholt besonders von A. Höfler ausgesprochenen überein. (Exemplare der Abhandlung werden von dem Verfasser, gegen Einsendung des Portos in Briefmarken, abgegeben.)

P.

Versammlungen und Vereine.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin.

Sitzung am 4. November 1892. Herr H. E. J. J. du Bois sprach über polarisierende Gitter. Der Inhalt des Vortrages bildet den 2. Teil einer in *Wied. Ann.* 46, 548, 1892 veröffentlichten Abhandlung über Reflexion und Transmission des Lichtes durch gewisse äolotrope Gebilde. — Herr Th. Gross trug vor über den Satz von der Entropie und entwickelte den Satz, dass die Quantität jeder beliebigen, auf die Einheit der Intensität reduzierten Energieänderung eines Massensystems durch ihren Anfangs- und Endwert vollständig bestimmt sei. — Herr E. O. Erdmann berichtete über eine auffällige Oxydationserscheinung des reinen Aluminiums bei Berührung mit Quecksilber. Man sieht von der Berührungsstelle der beiden Metalle schneeweisse, fadenförmige oder auch halmartig gekrümmte Gebilde fortwachsen, die in einigen Minuten eine Länge von 2 bis 3 Centimetern erreichen, und aus Thonerdehydrat bestehen. Die Entstehung dieser Gebilde könnte erklärt werden aus der Bildung eines leicht oxydierbaren Aluminiumamalgams, aus der elektrolytischen Zersetzung einer dünnen Wasserschicht an der gemeinsamen Oberfläche der Metalle, oder daraus, dass das Al durch Contact mit dem Hg eine grössere Affinität zum Sauerstoff erlangt.

Sitzung am 18. November 1892. Herr F. Neesen sprach über photographische Darstellung der Geschosspendelung. Der Vortragende hat nach einem früher (1888) angegebenen Verfahren die Geschossbewegung durch eine im Innern des Geschosses angebrachte photographische Vorrichtung fixiert. Es ergibt sich daraus eine ausserordentlich starke Drehung der Geschossaxe sowohl um die Vertikal- wie um die Horizontalaxe. Die Beobachtungen lassen es als möglich erscheinen, aus der Amplitude und der Periode der Spitzenumdrehung das Gesetz des Luftwiderstandes zu ermitteln.

Sitzung am 2. Dezember 1892. Herr H. E. G. du Bois berichtete über eine von Herrn Shea angestellte Untersuchung über die Brechung und Dispersion in Metallen.

Sitzung am 16. Dezember 1892. Herr O. Lummer sprach über das photometrische Prinzip bei Halbschattenapparaten und begleitete den Vortrag mit einigen Demonstrationen. — Herr E. Goldstein trug vor über eine Eigenschaft der Anode Geisslerscher Röhren. Wenn das Entladungsgefäss eine gewisse Weite überschreitet, so reduziert sich bei zunehmender Evakuierung das positive Licht auf eine dünne Haut, die Anode „glimmt“. Ist eine etwa scheibenförmige Elektrode aus verschiedenen Metallen gebildet, z. B. aus Silber und Aluminium, so ist die Helligkeit an der Aluminiumhälfte stärker, und zwar ist dieser Unterschied bei ganz frischen Oberflächen kaum merklich, dagegen sehr beträchtlich, nachdem man nur für wenige Sekunden den Strom in umgekehrter Richtung hat gehen lassen. Sehr wahrscheinlich beruht dies auf der schon von Hittorff constatirten Thatsache, dass der Übergangswiderstand an einer silbernen Kathode erheblich grösser ist als an einer von Aluminium. Der Vortragende demonstrierte mehrere verschiedenartig zusammengesetzte Scheiben. — Derselbe sprach über die scheinbare gegenseitige Abstossung gleichgerichteter Kathodenstrahlen, die 1879 von Crookes beschrieben worden ist. Es ist dem Vortragenden gelungen nachzuweisen, dass diese Erscheinung nur ein besonderer Fall einer von ihm 1876 beobachteten und beschriebenen Erscheinung ist, die er als Deflexion bezeichnet: ein Kathodenstrahl, der in der Nähe einer zweiten Kathode vorüberstreicht, wird von dieser im Sinn einer Abstossung abgelenkt. Der Versuch besteht darin, dass man einen Glimmerschirm zwischen die beiden von Crookes angewandten nebeneinander befindlichen Kathoden schiebt, wobei successive die Wirkung der einen auf die andere vermindert und endlich aufgehoben wird. Durch einen ähnlichen Versuch haben Wiedemann und Ebert gezeigt, dass die Strahlenablenkung auch dann fort dauert, wenn man das eine Kathodenbündel durch einen Schirm abblendet.

Verein zur Förderung des physikalischen Unterrichts in Berlin.

Sitzung am 16. Januar 1893. Herr Szymański sprach über die Behandlung der Magnetoinduktion unter Zugrundelegung der Vorstellung von den Kraftlinien und führte eine Reihe von darauf bezüglichen Versuchen vor. Die Einfachheit dieser Versuche beruht darauf, dass leitende blanke Drahtgeleise verwendet werden, an denen entlang blanke Drahtstücke so bewegt werden, dass sie die Kraftlinien eines Hufeisenmagneten schneiden. Als Stromanzeiger diente ein Thomsonsches astatisches Spiegelgalvanometer in der von du Bois und Rubens abgeänderten Form. — Herr M. Koppe zeigte eine von ihm erfundene neue Art von Luftthermometern vor (*d. Zeitschr.* VI 127).

Sitzung am 30. Januar 1893. Herr M. Koppe sprach über die Bestimmung von Schwingungszahlen. Er zeigte, dass die Schwingungszahl schwingender Stäbe durch einfaches Abzählen der Schwingungen bei kürzeren Stäben nur sehr ungenau ermittelt werde. Bessere Resultate erhalte man mit dem vibrographischen, noch bessere mit dem Lissajousschen Verfahren. Er beschrieb eine einfache Vorrichtung, durch die man das Helmholtzsche Vibrationsmikroskop ersetzen kann, besprach dann die anderen Methoden zur Bestimmung der Schwingungszahlen, insbesondere die Untersuchung der Flamme einer chemischen Harmonika mittelst eines rotierenden Spiegels, und ging endlich auf die Behandlung der schwingenden Saiten im Unterricht ein. Er betonte wie wichtig es sei, dass man von langsamen, sichtbaren Schwingungen zu schnellen, hörbaren Schwingungen übergehe und nachdrücklich auf die Identität dieser nur quantitativ verschiedenen Erscheinungen hinweise. — Derselbe machte darauf aufmerksam, dass man das praktische elektrische Maasssystem als ein absolutes Maasssystem ansehen könne, dessen Zeiteinheit die Sekunde, dessen Länge der Erdmeridianquadrant und dessen Masseneinheit ein mm^3 Wasserstoff bei einem Millimeter Wasserdruck sei. — Herr P. Heitchen machte Mitteilungen über ein seine Schwingungen registrierendes Pendel, die elektrische Erregung von Saitenschwingungen und eine elektrisch registrierende Fallmaschine.

Sitzung am 13. Februar 1893. Herr O. Reichel demonstrierte eine verbesserte Form der in dieser Zeitschrift (V 229) beschriebenen Fallmaschine (vgl. dieses Heft S. 197). Im Anschlusse daran zeigt er, wie er die Pendelgesetze empirisch herleitet. Um den isochronen Gang zweier gleich langer Pendel zu zeigen, hängt er diese nebeneinander so auf, dass die Schwerpunkte in derselben Horizontalebene liegen, bringt beide Pendelmassen zur Berührung und lässt sie dann los. Um das Gesetz für $\sqrt{l}$ zu finden, hängt er die Pendel ebenfalls so auf, dass die Schwerpunkte auf gleicher Höhe liegen und zählt die Schwingungen in einer bestimmten Zeit mit Hülfe einer „Rennuhr“. Um die Geschwindigkeitsformel zu gewinnen benutzt er ein Klotzpendel, das quadrifilar aufgehängt wird. Die eine Langseite des Klotzes ist von einer berussten Glasplatte bedeckt, auf der eine Stimmgabel ihre Schwingungen und ein Viertelsekundenpendel Zeitmarken aufzeichnet.

Sitzung am 27. Februar 1893. Herr H. Hahn berichtete über den Apparat von Feldmann, der dazu dient, auf hydrostatischem Wege lineare Gleichungen aufzulösen; über die Fallmaschine von Barrell; über einige Modelle von Lodge zur Versinnlichung gewisser Vorgänge nach Maxwells Theorie. Alle diese Apparate waren für die Ausstellung der Naturforscherversammlung in Nürnberg angekündigt gewesen. — Herr P. Szymański demonstrierte einen Apparat für die Entladungserscheinungen in luftverdünnten Röhren bei allmählich abnehmender Verdünnung; derselbe legte mehrere Graphitwiderstände vor, ferner einen Apparat zum Ersatz der Nicols und einen Apparat zur Zusammensetzung paralleler Kräfte. — Herr G. Krech berichtete über neuere Untersuchungen über die Messung hoher Temperaturen.

Sitzung am 13. März 1893. Herr Riens sprach über die Behandlung der Haustelegraphie und erläuterte eine nach seinen Angaben ausgeführte Telephon-Mikrophonanlage (d. Zeitschr. VI 133).

Vereinigung von Freunden der Astronomie und kosmischen Physik

In der Versammlung am 26. November 1892 wurde mitgeteilt, dass die Zahl der Mitglieder auf 240 gestiegen sei. Als eine Hauptaufgabe der Vereinigung wurde von Professor W. Förster die Beobachtung der leuchtenden Wolken bezeichnet, mit denen nach Herrn Jesses Darlegungen interessante kosmische Probleme verknüpft seien. Es handle sich namentlich um den volleren Nachweis eines interplanetarischen Mediums; infolge der Gegenwirkung eines solchen müssten bei der schiefen Stellung der Erdaxe zu der Bewegungsrichtung der Erde im Weltraum Cirkulationsströmungen der Stoffteilchen in den obersten Schichten der Atmosphäre entstehen, die sich in Bewegungen der 80 bis 90 Kilometer hoch schwebenden leuchtenden Wolken dokumentieren müssten, derart, dass diese in unserem Sommer nach dem Nordpol, in unserem Winter nach dem Südpol wanderten. Zur Feststellung dieser Strömungen bedarf es einer Expedition nach den Tropengegenden. Der Vorstand hat Schritte gethan, um für solche Zwecke höheren Orts eine Subvention zu erlangen. — Herr Archenhold hat sich in derselben Richtung wie Herr Wolf in Heidelberg mit der photographischen Aufnahme grösserer Gebiete des Himmels beschäftigt. — Von Herrn W. Förster wurde darauf hingewiesen, dass durch die Beobachtungen von Dr. Marcuse auf den Hawaischen Inseln eine Polschwankung von $\frac{1}{2}$ Sekunde (entsprechend nahezu 20 m) erwiesen sei. — Herr Weinstein sprach über Nordlichtbeobachtungen. — Herr Schleyer berichtete über die Arbeiten der Gruppe für Erforschung der Helligkeitsschwankungen

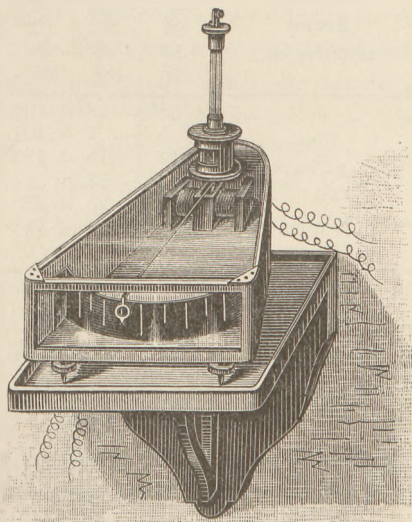
der Sterne. — Herr Wurtzel erklärte einen von ihm erfundenen Meteorographen zur sicheren und schnellen Registrierung von Winkelmessungen bei der Ortsbestimmung von Sternschnuppen, Polarlichtstrahlen u. dergl. — Herr W. Förster machte Mitteilungen über Sternschnuppen-Zählungen, wonach selbst in dem überaus reichen und dichten Schwarm von Meteorkörpern, die der Erde in der Nacht vom 13. zum 14. November 1866 begegneten, der durchschnittliche Abstand der einzelnen Körperchen nicht weniger als rund 110 Kilometer betragen habe. Der Eindruck der Fülle werde nur durch die grosse Geschwindigkeit hervorgerufen, mit der die Erde durch diese Schaaren hindurchziele.

Mitteilungen aus Werkstätten.

Demonstrationsgalvanometer.

Von Vávra & Hervert in Prag.

Dieses Instrument ist ein gewöhnlicher Multiplikator, bei dem statt der Nadel der Siemens'sche Glockenmagnet verwendet wird; als Zeiger dient ein leichter und langer Strohhalm, an dessen längerem Ende ein Ring aus weissem Papier angeklebt ist, der bei Ablenkung des Magneten über einer (arbiträren) Skala (weiss auf schwarzem Grunde ausgeführt) spielt. Die Teilung der Skala sowie der Zeiger nebst Ring sind in solchem Maassstabe ausgeführt, dass die Bewegung des Zeigers aus einer Entfernung von 8–10 m bequem beobachtet werden kann. Der Kasten des Apparates hat die Form eines Dreieckes mit abgerundeten Ecken, in dessen Scheitel das Spiegelgehäuse mit der Aufhängevorrichtung des Coconfadens steht. Der Apparat ist nämlich so eingerichtet, dass man ihn auch zu subjektiven sowie objektiven Beobachtungen mittels der Wiedemann'schen Spiegelvorrichtung verwenden kann. Alles ist leicht demontabel; man kann das Spiegelgehäuse mit der Aufhängevorrichtung vom ganzen Apparate abheben und auch den Kasten abnehmen, so dass alle Teile des Instrumentes leicht zugänglich sind, was sehr angenehm für die Erklärung der Einrichtung sowie bei eventuellen Störungen ist. Der Apparat wird entweder auf den Experimentiertisch gestellt, oder ein für allemal auf einer Wandkonsole aufgestellt.



Der Multiplikator hat zweierlei Windungsarten und zwar aus dickem Draht (für Thermostrome) und aus sehr dünnem Draht (für Induktionsströme); man kann es ausser zu Demonstrationen auch zu Messungen mittels der Nullmethoden (z. B. Widerstandsmessung mit der Wheatstoneschen Brücke, Messungen mit dem Bolometer etc.) anwenden. Mit der Nobilischen Thermosäule kann man alle die Versuche anstellen, die gewöhnlich mit dem Mellonischen Apparate gemacht werden, und zwar so, dass die Ablenkungen der Nadel von dem ganzen Auditorium auf einmal gesehen werden können. Mit der Spiegelvorrichtung kann man auch die Ströme nachweisen, die in einer Drahtschlinge beim Erwärmen entstehen.

Der Preis des Apparates ist bei gewöhnlicher Ausführung mit Holzbrett fl 45, bei eleganter Ausführung auf Marmorplatte fl 50. Das Spiegelgehäuse samt gewöhnlichem Spiegel und Aufhängevorrichtung erhöht den Preis um fl 5, bei planparallelen Spiegeln um fl 10–15.

Correspondenz.

Quarzfäden. Die Firma Hartmann und Braun in Bockenheim-Frankfurt a. M. rüstet, nach der Elektrotechn. Zeitschr. 1892 S. 650 ihre astatischen Galvanometer seit einiger Zeit mit Quarzfäden aus und ist auch bereit, die Fäden allein abzugeben. Dasselbe geschieht von der Firma Keiser und Schmidt in Berlin N., Johannisstr. 20. Auch werden solche Fäden, der Ztschr. f. Elektrotechnik (1892, S. 467) zufolge, von Herrn Voitaček in Wien, (VII, Westbahnstr. 3) nach einer einfacheren, als der Boysschen Methode hergestellt.

Himmelserscheinungen im Mai und Juni 1893.

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

Monatstag	Mai						Juni						
	5	10	15	20	25	30	4	9	14	19	24	29	
Helio- centrische Längen.	293°	309	327	348	11	39	70	102	137	156	178	196	☉
	47	55	63	71	79	87	95	104	112	120	128	136	☉
	225	230	235	240	244	249	254	259	264	268	273	278	☉
	108	110	112	115	117	119	121	124	126	128	130	133	☉
	39	39	39	40	40	41	41	42	42	43	43	44	☉
Aufst.Knoten. Mittl. Länge.	191	191	191	191	191	191	192	192	192	192	192	192	☉
	28°	28	27	27	27	27	26	26	26	26	25	25	☉
	278	344	50	116	182	248	313	19	85	151	217	283	☉
Geo- centrische Recta- scensionen.	275°	340	45	126	188	245	311	12	86	162	218	281	☉
	19	25	32	41	50	60	72	83	95	106	115	124	☉
	44	50	56	62	69	76	82	89	96	102	109	116	☉
	43	48	52	57	62	68	73	78	83	88	93	99	☉
	84	87	91	95	98	102	105	108	112	115	119	122	☉
	37	39	40	41	42	43	45	46	47	48	49	50	☉
	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	☉
Geo- centrische Dekli- nationen.	-28°	-13	+19	+25	-1	-25	-23	+4	+28	+12	-16	-28	☉
	+5	+7	+10	+14	+17	+20	+23	+25	+25	+25	+23	+21	☉
	+16	+18	+19	+21	+22	+23	+24	+24	+24	+24	+23	+23	☉
	+16	+18	+19	+20	+21	+22	+22	+23	+23	+23	+23	+23	☉
	+24	+25	+25	+25	+24	+24	+24	+23	+23	+23	+22	+21	☉
	+14	+14	+15	+15	+16	+16	+16	+19	+16	+17	+17	+17	☉
	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	☉
Aufgang.	16 ^h 21 ^m	16.12	16.4	15.57	17.51	15.46	15.42	15.40	15.39	15.39	15.40	15.43	☉
	12 ^h 51 ^m	14.45	16.4	21.18	2.34	8.42	12.22	13.25	16.3	23.6	4.2	9.29	☉
Untergang.	7 ^h 32 ^m	7.40	7.48	7.55	8.2	8.8	8.14	8.18	8.22	8.24	8.24	8.24	☉
	19 ^h 6 ^m	0.13	7.48	13.10	14.14	15.33	20.37	2.9	9.32	12.2	12.56	15.56	☉
Zeitglchg.	-3 ^m 29 ^s	-3.47	-3.51	-3.40	-3.16	-2.41	-1.54	-1.0	+0.2	+1.7	-2.42	-3.44	☉

Daten für die Mondbewegung (in Berliner Zeit):

Mai 2 19 ^h	Mond in Erdferne	Juni 7 2 ^h 37 ^m	Letztes Viertel
„ 8 15 18 ^m	Letztes Viertel	„ 13 6	Mond in Erdnähe
„ 15 11 40	Neumond	„ 13 18 45	Neumond
„ 15 20	Mond in Erdnähe	„ 20 15 31	Erstes Viertel
„ 22 3 45	Erstes Viertel	„ 26 3	Mond in Erdferne
„ 29 21	Mond in Erdferne	„ 28 19 19	Vollmond
„ 30 4 16	Vollmond		

Constellationen. Mai: 1 22^h ♀ obere ♂ ☉; 14 1^h ♀ ♂ ☉; 14 16^h ♀ ♂ ☉; 15 19^h ♀ ♂ ☉; 17 23^h ♂ ♂ ☉; 20 8^h ♀ ♂ ☉; 24 22^h ♀ ♂ ☉. — Juni: 4 17^h ♀ obere ♂ ☉; 4 21^h ♀ in Sonnen-
nähe; 11 13^h ♀ ♂ ☉; 14 14^h ♀ ♂ ☉, ♀ ♂ ☉; 14 16^h ♀ ♂ ♀; 15 14^h ♂ ♂ ☉; 20 18^h ☉ im Krebs,
Sommer-Solstitium; 21 4^h ♀ ♂ ☉; 25 13^h ♀ in Sonnennähe; 27 5^h ♀ ♂ ♂; 27 10^h ♀ ☉.

Meteore in grösserer Zahl sind in beiden Monaten nicht zu erwarten.

Veränderliche Sterne. Die Beobachtung derselben wird durch die für die Breite von Berlin am 18. Mai, für nördlichere oder südlichere Breiten entsprechend früher oder später beginnende und (für Berlin) am 26. Juli endigende Mitternachts-Dämmerung merklich erschwert. Am bequemsten sind β und R *Lyrae*, η *Aquilae*, α *Herculis* zu beobachten.

Über die Reduction unserer Angaben auf mitteleuropäische Zeit werden wir im nächsten Hefte eine Notiz bringen.

J. Plassmann, Warendorf.