

Der Zusammenhang zwischen dem physikalischen Unterrichte in den unteren und den oberen Klassen der Gymnasien.

Von

Professor Dr. Alois Höfler in Wien.

Im April-Heft des vorigen Jahrgangs dieser Zeitschrift (V 169—177) hat der Herausgeber „die propädeutische Physik im Lehrplane des Gymnasiums“ einer Betrachtung im Hinblick auf die damals soeben erschienenen preussischen Lehrpläne unterzogen. Die nachfolgenden Bemerkungen¹⁾ zu einem nahe verwandten Gegenstand sind ähnlich angeregt durch die inzwischen erschienenen neuen Lehrpläne und Instruktionen für den Unterricht an den unteren Klassen der österreichischen Gymnasien²⁾. Ich nehme jene Betrachtung wieder auf, weil in den letzteren Lehrplänen mehrere von den Schwierigkeiten vermieden erscheinen, vor welchen der angeführte Aufsatz den physikalischen Vorunterricht bewahrt zu sehen wünschte. Die erheblichste von diesen Schwierigkeiten, die Unzulänglichkeit der Stundenzahl, bestand in Oesterreich schon seit 1849 nicht, und der Lehrplan von 1892 hat das frühere Ausmaass belassen, nämlich zwei Semester in der III. Klasse mit wöchentlich zwei Stunden (wovon das erste Semester zur Hälfte der Physik, zur andern Hälfte der Chemie, das zweite ganz der Mineralogie gehört) und zwei Semester in der IV. Klasse mit wöchentlich drei Stunden Physik. Von den zehn Stunden des Unterkursus entfallen mithin 7 Stunden auf die eigentliche propädeutische Physik. Es folgen dann in V Mineralogie und Botanik, in VI Somatologie des Menschen und Zoologie, in VII und VIII je drei Stunden Physik.

Für die Erwägung, wie ein nicht von jener äusserlichen Schwierigkeit in seinem Erfolge verkümmelter Vorunterricht dem physikalischen Unterrichte der oberen Klassen vorzuarbeiten und wie dieser an jenen anzuknüpfen habe, werden sich demgemäss die neuen österreichischen Lehrpläne als Grundlage empfehlen.

Es sei aber da vor allem auf eine Erfahrung hingewiesen, welche geeignet ist, allen, die vom propädeutischen Physikunterricht weitgehende Wirkungen zunächst für den späteren abschliessenden Unterricht erwarten, eine Enttäuschung zu bereiten — vielleicht auch, ihnen eine solche zu ersparen. Es ist die Erfahrung, dass die Schüler aus dem Unterrichte der Physik der unteren Klassen in den drei, bezw. zwei Jahre später erfolgenden Unterricht der beiden obersten Jahrgänge nur erstaunlich wenig von positivem Wissen, von Erinnerungen an das Gelernte mitzunehmen pflegen; so dass es längst bei den österreichischen Physiklehrern feststehende Maxime geworden war, von solchem Wissen und Erinnern im späteren Unterrichte soviel wie nichts vorauszusetzen. Aber auch die „formale“

¹⁾ In teilweisem Anschluss an einen Vortrag, den der Verfasser am 28. Januar d. J. im Verein Mittelschule zu Wien gehalten hat.

²⁾ Den Abdruck derselben mit kurzen Bemerkungen des Herausgebers dieser Zeitschrift vgl. V 317—320 und VI 50—52.

Schulung im physikalischen Anschauen und Denken pflegte gering veranschlagt zu werden, indem vielmehr das naive Interesse für Demonstrationen und Schilderungen physikalischen Inhaltes, das sich auf der Unterstufe so lebhaft kundgibt, einer oft bedenkliehen Gleichgiltigkeit gewichen, und das Denken gerade über physikalische Dinge nicht selten durch das, was PAULSEN den „*stupor paedagogicus*“ nennt, besonders auffallend gelähmt schien. — So und ähnlich wenigstens habe ich nur zu häufig die Dinge gerade von solchen Fachgenossen beschreiben hören, welche alles daran setzen, den Unterricht in den unteren wie in den oberen Klassen auf die gedeihlichste Art zu erteilen.

Für Gegner eines propädeutischen Physikunterrichtes sind durch das Eingeständnis solcher Erfahrungen die bekannten Argumente nahe gelegt, wie das einer vorzeitigen Abstumpfung des Interesses oder, dass es überhaupt verfrüht sei, Dreizehn- bis Vierzehnjährige schon Physik zu lehren. Es soll nicht versucht werden, derlei Argumente bloss durch andersartige Deutung der unliebsamen Thatsachen zu entkräften, oder die ganze Reihe von Gründen für einen zweistufigen Physikunterricht neuerdings zu entwickeln. Vergegenwärtigen wir uns vielmehr sogleich diejenigen Momente im neuen Lehrplan, an welche sich die positive Hoffnung knüpft, dass mit Vermeidung alter Fehler auch die Misserfolge wegfallen werden.

1. Ein solcher Fehler ist nach beinahe allgemeinem Urteil die allmählig immer mehr angeschwollene Stoffmenge gewesen, welche namentlich durch die Instruktion von 1884 eine geradezu verblüffende Höhe erreicht hatte. Diesem Fehler treten die neuen Instruktionen ausdrücklich entgegen, indem sie verordnen: „Es kann der Unterricht der Unterstufe nicht eine Art Auszug aus dem Lehrstoff der oberen Klassen darstellen und muss auf eine auch nur relative Vollständigkeit verzichten.“

Wie ein solcher Verzicht auf auch nur „relative Vollständigkeit“ gemeint ist, geht namentlich aus folgender Stelle der Instruktion hervor: „... Weitere Erleichterungen werden sich in mehreren Teilen der Physik daraus ergeben, dass von den Gesetzen eines physikalischen Vorganges, die man nebeneinander aufzuzählen gewohnt ist, manche der gewöhnlichen Erfahrung sehr nahe, andere viel ferner liegen. Den Vorunterricht hindert nichts, bei den ersteren zu verweilen, die letzteren hingegen nur vorübergehend oder gar nicht zu berühren. In dieser Beziehung sei z. B. auf die Abhängigkeit der Schwingungszahl eines Pendels von der Länge desselben einerseits und von der Grösse der Beschleunigung der Schwerkraft andererseits hingewiesen.“ — In der That weiss jeder Knabe aus der alltäglichen Erfahrung, z. B. von dem Verkürzen des Pendels einer zu langsam gehenden Uhr, dass es eine Beziehung zwischen Pendellänge und Schwingungsdauer geben müsse, und die Verschärfung dieses Gedankens zum Gesetze $\sqrt{l}$ ist dann nur Sache einiger leicht vom Knaben selber auszuführender Versuche. Dass dagegen das dem wissenschaftlich Denkenden freilich ganz gleichwertige Gesetz $\sqrt{l/g}$ bisher immer auch schon im Vorunterrichte erwähnt zu werden pflegte, zeigt uns, wieviel mehr man schon hier die „fertige physikalische Wissenschaft“, als „ein natürliches Interesse für die Erscheinungen der physikalischen Welt“ (II 5) vor Augen gehabt hat: denn was geht es den 14-jährigen Knaben an, dass sich an Orten weit entlegener Breiten Änderungen von g in der zweiten Decimale aus Pendelversuchen schwieriger Art ergeben haben? — Als zweites Beispiel zu obiger Forderung liessen sich die vier Gesetze für die Abhängigkeit

der Tonhöhe einer Saite anführen. Den Einfluss der Länge und der Spannung kennt jeder aus dem Bau und der Behandlung irgend eines Saiteninstrumentes; der Einfluss von Querschnitt und Dichte ist bei weitem weniger auffällig. — Überdies werden in den Bemerkungen der Instruktionen zu den einzelnen Abschnitten der Physik überall Einzelheiten namhaft gemacht, welche künftighin übergangen werden können und sollen, so die allgemeinen Eigenschaften, spezifische Wärme, Thermo-Elektrizität, Centralbewegung, Flächensatz, Keplersche Gesetze, Demonstration der Schwingungsknoten in Pfeifen, Resonatoren nach Helmholtz, Wellenlehre, Spectral-Analyse u. s. f.; nur so liess sich der *vis inertiae*, welche sich bei allem guten Willen, den Lehrstoff zu sichten, doch angesichts der einzelnen schönen Dinge immer wieder nicht von ihnen trennen konnte, wirksam begegnen. Die Phrase vom „Wichtigsten“ aus der Physik, deren Bedenklichkeit schon in dieser Zeitschrift (V 172) gekennzeichnet wurde, ist mit offener Absicht vermieden. Die a. a. O. als sinngemässe Auslegung des Ausdruckes „die wichtigsten Lehren der Physik“ angeführte Undulationstheorie, Äquivalenz von Wärme und Arbeit, Erhaltung der Energie u. s. w. sind in den neuen Instruktionen ausdrücklich als für die Unterstufe verfrüht bezeichnet.

Dagegen geht der Verzicht auf relative Vollständigkeit ebensowenig in den neuen österreichischen wie in den preussischen Lehrplänen so weit, dass ganze Kapitel der Physik von vornherein aus dem Unterrichte der Unterstufe ausgeschlossen worden wären; wie noch z. B. nach dem älteren preussischen Lehrplan bis 1882 „der zu bearbeitende Stoff auf ein engeres Gebiet, in der Regel wohl die Mechanik der drei Aggregatzustände und die Wärmelehre beschränkt werden konnte“ (V 169). Man muss ein solches Vorgehen, wie es der Herausgeber dieser Zeitschrift a. a. O. für das gegenwärtige Zeitausmaass an den preussischen Gymnasien empfiehlt, gerade auch unter dem Gesichtspunkte des bei uns bestehenden Zeitausmaasses durchaus billigen, weil wir nämlich unter Festhalten an dem durch die alten und unsomewhat durch die neuen Instruktionen geforderten methodischen Verarbeiten des Stoffes schlechterdings nicht mehr als die a. a. O. ausgewählten Abschnitte und Einzelheiten zu bewältigen vermöchten. Gleichwohl dürfte es als der an sich erwünschtere Zustand gelten, wenn bei hinreichender Unterrichtszeit eine solche völlige Übergehung ganzer grosser Kreise von Erscheinungen vermieden werden kann; schon weil sich für die zu treffende Auswahl kaum je eine einigermaassen einhellige Überzeugung der Lehrer wird erzielen lassen, da es sozusagen nur Gründe subtilerer Art sind, welche dem einen Abschnitt als Ganzes den Vorzug vor einem andern zuerkennen. Selbst wenn man zugeben kann, dass z. B. die Dynamik als Ganzes durchschnittlich schwieriger sei, als die Statik, spricht doch für Einzelnes aus jener, so für die Fallgesetze, wenn sie sich wesentlich auf die Einübung der Beziehung zwischen Zeit und Weg (nicht auch Geschwindigkeit) beschränken, so vieles — u. a. dass sich an sie unmittelbar die für die Knaben so anregende konstruktive Behandlung der Wurfbewegungen anschliessen lässt —, dass Viele nur mit Bedauern statt solcher Lehren sich ein längeres Verweilen bei manchen Einzelheiten der Statik aufgedrängt sähen. Doch sei hier erst noch unterschieden zwischen der Darstellung im Lehrbuch und im mündlichen Unterricht. Für ersteres dürfte es sich unter allen Umständen empfehlen, schon der Übersichtlichkeit wegen, sich auf die Ausscheidung des Fernliegenden und Schwierigen zu beschränken und es dem Lehrer zu überlassen, bei welchen der Partien er mehr, bei welchen weniger verweilen will. Zeigt doch die Erfahrung,

dass in einem Jahrgang die Schüler selber diesem, in einem anderen jenem Abschnitt mehr Sympathie entgegen bringen. So beobachte ich dies z. B. heuer bei meinen Quartanern, die zu meiner Verwunderung, ohne dass ich mir bisher über die Ursachen dieser Erscheinung ganz klar werden konnte, der Mechanik vor der Elektrizitätslehre den Vorzug geben. — So wird die Art der Stoffwahl wohl immer eine gar nicht ein für allemal zu lösende Aufgabe für den lebendigen Schulverkehr bleiben: was seitens amtlicher Verfügungen für seine Beschränkung des Stoffes als solchen geschehen konnte, ist dankbar aufzunehmen.

Die Hoffnungen nun, welche sich an die Verminderung und Sichtung des Lehrstoffes in den unteren Klassen für einen besseren Erfolg des physikalischen Unterrichts der oberen Klassen knüpfen, sind zweierlei. Erstens, in quantitativer Hinsicht, einfach der Gedanke, dass ein Unterricht, der schon im Untergymnasium durch Überfülle abstumpft, auch für die Wiederaufnahme des Gegenstandes in den oberen Klassen nur Unlust und verminderte Empfänglichkeit zur Folge haben kann. Zweitens, in qualitativer Hinsicht, sind in den neuen Instruktionen mehrere Momente betont, welche hoffen lassen, dass, wenn sie sich in der ganzen künftigen Unterrichtspraxis recht gründlich und umfassend einleben, sie in der That den bisherigen leidigen Mängeln in der Bewahrung des erworbenen physikalischen Wissens und Interesses aufs wirksamste abhelfen könnten. Es sind folgende Stellen der Instruktionen: „Das entscheidende Kriterium für die Auswahl des Stoffes ist in dem natürlichen Interesse gegeben, welches die Jugend in diesem Alter allen physikalischen Erscheinungen entgegenbringt, sobald sie ihrem Verständnisse zugänglich sind. Von diesen verdienen wieder jene in erster Linie beachtet zu werden, welche sich spontan in der Natur abspielen, und erst in zweiter Linie jene Anwendungen der Naturgesetze, welche den Gebrauchsgegenständen des gewöhnlichen Lebens zu Grunde liegen oder bei merkwürdigen Erfindungen hervortreten. Der Lehrer wird also planmässig an die Eindrücke anzuknüpfen haben, welche der Schüler im Leben von Naturvorgängen erhalten hat; er wird es dem Knaben zur Gewohnheit zu machen trachten, solchen Vorgängen seine Aufmerksamkeit zuzuwenden, und darauf bedacht sein, ihn in der Anwendung der allmählich erworbenen Kenntnisse zu üben.“

Vor allem wertvoll ist hier die Hervorhebung der Vorgänge, „welche sich spontan in der Natur abspielen“ und „der Eindrücke, welche der Schüler im Leben von Naturvorgängen erhalten hat“. Denn angenommen, der propädeutische Unterricht verstehe es, im Knaben mehr und mehr die Gewohnheit zu befestigen, dass er für solche Vorgänge ein allzeit offenes Auge habe und auf sie das jeweilig erworbene physikalische Wissen, wie bescheiden es übrigens auch sein mag, immer und immer wieder anwende, so wird eine solche Gewöhnung auch während der zwei, bzw. drei und vier Jahre bis zur Wiederaufnahme derselben Abschnitte nicht ohne weiteres sich wieder verlieren können, sondern eben solche spontane Eindrücke von Naturvorgängen — es sei hier namentlich auf die Schulung im Aufmerken auf astronomische Erscheinungen hingewiesen — zusammen mit den mannigfachen Reminiscenzen physikalischen Inhalts, wie sie der naturgeschichtliche Unterricht der V. und VI. Klasse bringt, geben von selbst zu immer neuen Erinnerungen an das Gelernte Anlass.

Alles kommt aber hierbei darauf an, inwieweit der Zögling eben durch solche Gewöhnung zugleich von der leidigen Gewohnheit sich frei gemacht hat, in dem Eifer für Naturbetrachtung nur etwas von der Schule Gefordertes, Er-

zwungenes zu sehen. Es sollen hier die alten Klagen über den fatalen Dualismus, den unsere Schuljugend so durchgehend in sich erlebt, vermöge dessen die Interessenkreise des Lebens in und ausserhalb der Schule nur so selten mit einander zur Berührung, geschweige denn zur Durchdringung kommen, nicht wiederholt und weiter ausgeführt werden. Es sei nur einmal unter dem sehr realistischen Gesichtspunkt einer der handgreiflichsten Einrichtungen unseres Schullebens, der der guten und schlechten Zensuren, der Hinweis erlaubt, wie es bis heute von Schüler, Lehrer und Schulbehörde als eine Art Unbilligkeit empfunden würde, wenn für das Versäumen der Gelegenheit zur Beobachtung eines lehrreichen Naturvorganges eine schlechte Note gegeben würde, während die kaum grössere Trägheit, die sich im Nichtlernen einiger Druckzeilen verräth, immer noch als das eigentlichste Schulverbrechen unnachsichtlich geahndet wird. Ebensowenig pflegt eine besondere Neigung und Befähigung zum Befassen mit den Dingen selbst, nicht nur mit ihrem äusseren Zeichen in Rede und Schrift, das Gesamturteil über den intellektuellen Wert der Zöglinge bisher im günstigen Sinne entscheidend zu beeinflussen. Doch dieses nur nebenbei.

2. Indem wir so die wertvollste Grundlage an positivem Wissen, das der Schüler in den Unterricht der oberen Klassen mitbringen soll, in demjenigen sehen, was sich in dem Bewusstsein des Schülers nicht als aus dem Lehrbuche der unteren Klassen gelernt, sondern als in der Natur unmittelbar erschaut festgesetzt hat, möchte ich aber doch gerade an diese Stelle einen Gedanken zu allgemeiner Erwägung empfehlen, den kürzlich mein Kollege Dr. Ed. MAIS angeregt hat. Er betrifft das Verhältniss der Lehrbücher für die Unter- und Oberstufe des physikalischen Unterrichts. Da in Österreich diese beiden Stufen zeitlich viel weiter von einander abstehen, als in Preussen, so ist die in mehreren daselbst gebräuchlichen Büchern (z. B. bei SUMPF) eingehaltene Darstellung des Stoffes für beide Stufen in demselben Bande bei uns nie durchgeführt worden, und wäre wohl auch kaum durchführbar. Es ist aber bisher überhaupt irgend welche Anknüpfung der Darstellung im Buche für die oberen Klassen an das in den unteren Klassen Erlernte nie auch nur versucht worden, und doch läge eine solche nahe, wenn man nicht, wie gesagt, auf solche Anknüpfung überhaupt so ziemlich ganz zu verzichten gewohnt gewesen wäre. Ist aber einmal zugegeben, dass „dem Experiment in der Physik auf allen Stufen nicht nur des Unterrichts, sondern auch der Forschung eine entscheidende Rolle zufällt“ (V 173), und darf zuversichtlicher als für irgendwelche anderen Teile des Vorunterrichtes doch gerade von Versuchen, wie z. B. denen über den Fall an der schiefen Ebene vorausgesetzt werden, dass schon eine wiederholende Beschreibung des wenn auch schon vor einigen Jahren Gesehenen genüge, die daraus abgeleiteten Gesetze als etwas auf regelrechtem, empirischen Wege Erkanntes ins Gedächtniss zu rufen, so muss man es als wünschenswert bezeichnen, dass eine Form gefunden werde, in welcher das Lehrbuch für die oberen Klassen consequent an den Inhalt desjenigen der unteren, unter ausdrücklicher Verweisung auf dieses, anknüpft — sei es durch Randnoten oder durch noch innigere Zusammenhänge zwischen den beiden Lehrtexten.

3. Wie durch ein solches äusserliches Mittel, könnten und sollten auch sonst Lehrstoff und Lehrform der oberen Klassen so innig als nur immer möglich, sich als eine organische Fortbildung des Unterrichtes auf der Unterstufe zu geben wissen. Wie wenig die herkömmlichen Schlagworte „experimentell — theoretisch“, „induktiv — deduktiv“ geeignet sind, zu einer scharfen Abgrenzung der beiden

Stufen zu führen, ist in dem angeführten Aufsatz überzeugend nachgewiesen, und dagegen die Rücksicht auf das jeweilige natürliche Interesse und Bedürfnis des Schülers, sowie die Rücksicht auf die zur Verfügung stehende Unterrichtszeit als ausschlaggebend bezeichnet. Nach welchen Richtungen nun das physikalische Wissen 17—18jähriger über das von 13—14jährigen weiter zu entwickeln sei, lässt sich in gleichmässigem Hinblick auf die Anforderungen der Wissenschaft, auf die Reife der Schüler und die trotz mancher Verkehrtheiten doch im ganzen berechnete Praxis des Unterrichts kurz durch das Schlagwort: „Hervorhebung des Quantitativen bzw. Mathematischen“ aussprechen. Und ich füge unter Verweisung auf frühere Ausführungen (II 2 ff.) hinzu: Hervorhebung des Logischen. Was das erstere Moment betrifft, so behalte ich mir vor, im Hinblick auf die nicht wegzuleugnende Scheu, welche unsere Schüler bisher jeder Formel und Rechnung entgegenbringen, „einige Schwierigkeiten des Mathematischen im physikalischen Gymnasialunterricht“ ein andermal besonders zur Sprache zu bringen. Für jetzt genügt die Constatierung, dass, was den äusseren Aufwand an Rechnungen betrifft, der physikalische Unterricht seit seiner Einführung in unsere Gymnasien sich wohl immer mehr zu einem Ermässigen der Anforderungen genötigt gesehen hat (es sei z. B. an den einst in unseren Gymnasien verwendeten ETTINGSHAUSEN erinnert); und es scheint, dass jeder einzelne Physiklehrer im Laufe seiner Unterrichtspraxis sich ähnlich zu immer weitergehendem Bescheiden in diesbezüglichen Ansprüchen veranlasst sieht. Mit diesem Zuge verträgt sich aber ganz wohl der scheinbar entgegengesetzte, dass wir es alle als eine noch immer dankbare ja dringende Aufgabe empfinden, die mathematische Auffassung physikalischer Thatsachen zu beleben und zu vertiefen. — Soll nun dies im Sinne der schönen Ausführungen von PIETZKER (V 105—112) gelingen, so müssen die Grundlagen hierzu notwendig schon auf der Unterstufe gelegt worden sein. Die Vorgänge, für deren adäquate Beschreibung in quantitativer Hinsicht der Schüler eben erst jetzt, nahe dem Abschluss seiner mathematischen Bildung, die mathematische Formel, namentlich in ihrer Deutung als Funktionsbeziehung, soll handhaben und geradezu ein Bedürfnis nach solchem Denken in Funktionen empfinden lernen — diese Vorgänge müssen ihm nach ihren qualitativen Merkmalen schon bis zu einigem Grade vertraut sein, damit nicht doch immer wieder die mathematische Form die Aufmerksamkeit von dem qualitativen Kern ablenke. Vielleicht wäre es sogar die sachgemässeste Art der Überleitung vom physikalischen Unterrichte der unteren zu dem der oberen Klassen, wenn man (statt der üblichen Einleitungen zur Physik, die mir aus mehr als einem Grunde geeignet erscheinen, das Interesse eher abzuschrecken als anzureizen) darauf hinwiese, dass die vorwissenschaftliche Beschäftigung mit physischen Erscheinungen gerade nach der Seite der quantitativen Merkmale das meiste an Genauigkeit und Vollständigkeit zu wünschen und somit für eine eigentlich „wissenschaftliche“ Beschreibung und Erklärung der Thatsachen das meiste zu thun übrig lassen. Einige der auf der Unterstufe gewonnenen Sätze, z. B. „In 2, 3, 4 . . mal so grossen Zeiten werden 4, 9, 16 . . mal so grosse Wege . . zurückgelegt“ bieten dann sogleich Gelegenheit, die Funktionalbeziehung $s = at^2$ u. dgl. einzuführen.

4. Hinsichtlich der Hervorhebung des Logischen wird (*diese Zeitschrift* V 171) mit vollem Rechte verlangt, es müsse „mit der Einführung in die Methode des physikalischen Denkens möglichst zeitig begonnen werden, wenn dieses Denken als ein Bestandteil der gesamten geistigen Ausbildung zur Geltung kommen soll“.

Aber während es auf der Unterstufe wohl kaum jemals rätlich wäre, an die Bethätigung des induktiven Denkens, wie es im consequenten Fortschreiten von Anschauen zum Begreifen, vom Beschreiben zum Erklären stündlich geübt wird, auch eine Reflexion auf die immer wiederkehrenden Formen dieses Denkens zu lenken, muss eine solche bewusste Logik, als die Frucht der auf der Unterstufe geübten unbewussten, eine der wichtigsten „humanistischen Aufgaben des physikalischen Unterrichts“ bleiben, bzw. werden (II 3).

Aber auch auf der Oberstufe giebt es für die Logik der Physik eine Aufgabe, die nicht erst die Reflexion auf die in der Physik zur Anwendung kommenden Denkformen, sondern ihre Bethätigung selbst betrifft, für die ebenfalls erst jetzt die nötige Reife, mit ihr aber auch das Bedürfnis gekommen ist. Ich meine einfach die gebührende Rücksicht auf den systematischen Zusammenhang der physikalischen Lehren, welcher auf der Unterstufe höchstens soweit hatte berücksichtigt werden können, als es das Aneignen und Behalten des Lehrstoffes erleichtern half, wobei es aber unbestritten bleibt, dass er unter den hierfür in Betracht kommenden didaktischen Mitteln keineswegs ein Ausschlaggebendes ist. Unbeschadet dieses nachgerade allgemein anerkannten und geübten Grundsatzes sollte aber im Unterrichte der oberen Klassen für die Schüler doch der Eindruck vermieden bleiben, als stelle das physikalische Wissen als Ganzes nichts als ein Aggregat in sich zusammenhangsloser Einzellehren dar. Mir wenigstens ist aus meiner eigenen Gymnasialzeit die sehr bestimmte Erinnerung geblieben, dass ich eine Art Verachtung z. B. gegen die gehäuften Sätze über Kräftezusammensetzungen fühlte, als wir am Schluss dieser Reihe von Sätzen nun so gar nicht wussten, wozu wir das Alles gelernt hatten; in der That wäre es ja auch nur natürlich, vor dem Eingehen auf derlei Einzelaufgaben den Schüler vorausschauen zu lassen auf die allgemeinere Aufgabe, die Ersetzung beliebig vieler, an einem starren System angreifender Kräfte durch eine Kraft, welche Translation und ein Kräftepaar, welches Rotation erzeugt. Und ebenso hinsichtlich grösserer Abschnitte und ihres Verhältnisses zu einander — so namentlich der Mechanik im Ganzen, welche sehr wohl eine Gliederung zulässt, die den Schüler um ihrer selbst willen interessieren kann (worüber ein andermal Näheres), und wieder die Stellung der Mechanik an der Spitze sämtlicher physikalischen Hauptabschnitte. (Dass nach unserem Lehrplane dem Unterrichte der Mechanik auf der Unterstufe die Wärmelehre, die Chemie, die Lehre vom Magnetismus und der Elektrizität vorausgehen, scheint mir die richtige Berücksichtigung der wachsenden didaktischen Schwierigkeiten der einzelnen Abschnitte, wogegen das wissenschaftlich einzig richtige Beginnen mit Mechanik auf der Oberstufe eben durch jene Anordnung erst recht ermöglicht ist).

Wird aber überhaupt auf das System der Physik auch nur annähernd soviel Gewicht im wissenschaftlichen Unterrichte der oberen Klassen gelegt, als z. B. auf das der Mathematik, zumal der Geometrie, so sollte es doch auch möglich gemacht werden, den Schüler über die Gründe der jeweiligen Disposition des Lehrstoffes in Kürze zu orientieren, und das nicht erst nach Absolvierung der Abschnitte, sondern schon während, ja in gewissem Maasse schon vor derselben. Diese Forderung müsste aber durchaus berechtigten Widerspruch erregen, wenn sie unter Voraussetzung von Schülern gestellt würde, denen der zu disponierende Stoff noch ganz fremd ist. Die Bedenken entfallen dagegen, sobald nur überall, wo dem Schüler gezeigt werden soll, dass sehr wohl auch angesichts physikalischer Thatsachen unser Denken nach Anwendung seiner heuristischen

Formen eine Befriedigung seiner systematischen Bedürfnisse verlangen darf, hinreichend mannigfaltige Beispiele aus den verschiedenen Teilen der Physik als aus dem Vorunterrichte bekannt vorausgesetzt werden dürfen, um einen jeweiligen Vorblick auf den einzuschlagenden Weg fruchtbar werden zu lassen. Es sei gerade im Hinblick auf die Abneigung, welche nicht wenige Lehrbücher gegen jedes schärfere Hervorheben der systematischen Anordnung physikalischer Einzellehren zu bekunden scheinen, noch der besondere Wunsch hier angedeutet, dass gerade die Lehrbücher für die Oberstufe sich die in sich klare und auch äusserlich ersichtliche Gliederung des Stoffes mehr als bisher zur Aufgabe stellen möchten; der mündliche Unterricht könnte sich ja immerhin beim ersten Durcharbeiten des Stoffes noch immer alle aus didaktischen Rücksichten gebotenen Abweichungen vom eigentlich logischen System gestatten und erst beim Wiederholen grösserer Stoffgruppen sich auch in Bezug auf das im Buche vorgezeichnete System ganz diesem anschliessen. —

Wie in den letzten beiden Anregungen bezüglich des mathematischen und des logischen Elementes im Physikunterrichte der oberen Klassen ein Geständnis liegt, dass wir Reformen auch des Unterrichts der Oberstufe, beziehungsweise neue Instruktionen für diesen für kaum minder nötig halten, als es die für die Unterstufe gewesen waren, so möchten wir noch auf zwei weitere Umstände hinweisen, auf die sich eine solche Reform zunächst richten könnte. Das erste wäre die Stellung der Aufgaben, das zweite der Modus des Vortragens und Prüfens speciell im physikalischen Unterrichte der oberen Klassen. Auf Beides wurde ich von anderer Seite erst recht aufmerksam gemacht, bezw. in alten Wünschen bestärkt, glaube aber, in diesem Zusammenhange jenen Anregungen auch kurz Ausdruck geben zu sollen.

5. Was die Aufgaben betrifft, so scheint mir Herr Professor Dr. KARL EXNER völlig treffend den Grund, warum wir im mathematischen Unterricht im Ganzen umsoviel erfreulichere Ergebnisse zu erzielen pflegen als im physikalischen, darin gefunden zu haben, dass ersterer zum grössten, letzterer zum kleinsten Teile in der Form der Lösung von Aufgaben erteilt zu werden pflegt. Mein Kollege ED. MAISS berichtet mir, dass er es seit einigen Jahren vom besten Erfolge begleitet gefunden habe, als er mehr und mehr auf das einfache Reproduzieren des vorgetragenen Stoffes verzichtete und in der That sich von seiner Verarbeitung durch die Schüler dadurch überzeugte, dass er ihn gleich in Aufgaben anwenden liess. Vorbedingung für das Einleben einer solchen Methode wäre wohl freilich wenigstens an den Gymnasien noch eine kleine Vermehrung der Unterrichtsstunden in den oberen Klassen, die aber im Sinne der angeführten Vorschläge von PIETZKER immerhin durch Zuweisung von Mathematikstunden ermöglicht werden könnte. Mindestens ebensoviel dürfen wir uns aber auch von der besseren Vorbildung auf der Unterstufe für eine grössere Bewegungsfreiheit auf der Oberstufe versprechen. — Ein hierher gehöriger Wunsch wäre auch, wenigstens solange wir die Maturitätsprüfung unter anderem auch dazu benützen, den Forderungen des Lehrplanes erst den völligen Nachdruck zu verleihen, die Aufnahme von Fragen physikalischen Inhalts in die schriftliche Maturitäts-Prüfungs-Arbeit aus Mathematik nach dem Muster der preussischen Prüfungsordnung.

6. Die zweite der oben erwähnten Anregungen betrifft wieder jene zwar ganz äusserliche, aber in unser ganzes Schulleben nur zu sehr einschneidende

Einrichtung des Vortragens und Prüfens. Wie in allen übrigen Gegenständen, so wechselt auch in der Physik das Prüfen des alten und Erklären des neuen Stoffes in rascher Folge, und es ist schon eine von der für die übrigen Gegenstände geltenden Praxis abweichende Befugnis, wenn es in der österreichischen Instruktion von 1884 (S. 260 der autor. Ausg.) heisst: „Es muss . . dem Lehrer freigestellt bleiben, auch mehrere Stunden, je nachdem der Zusammenhang des Lehrstoffes es zweckmässig erscheinen lässt, ohne ein förmliches Prüfen fortzuschreiten, bis ein kleines Kapitel, wie z. B. die Centralbewegung, der Wurf u. s. w., zum Abschlusse gebracht ist.“ Es ist mir nun aus früheren Zeiten berichtet worden, dass einzelne Lehrer, so der frühere Direktor unseres Theresianischen Gymnasiums, MITTEIS, viel grössere Abschnitte in einem Zuge zu erklären und erst nach Zeiträumen von etwa 6—8 Wochen wiederholende Prüfungen solcher grosser Partien zu veranstalten pflegte; und der Erfolg eines solchen Vorgehens wird mir als ein ganz vortrefflicher geschildert. Es können in diesem Zusammenhange nicht die Hoffnungen näher dargelegt werden, welche an eine vielleicht künftig wiedergestattete Einrichtung solcher Art für die Schulung unserer Abiturienten in der selbständigeren Verteilung ihrer häuslichen Thätigkeit und überhaupt für die etwas minder schülerhafte Auffassung ihres Verhältnisses zur wissenschaftlichen Arbeit sich knüpfen könnten.

Ebensowenig dürfen wir bei der Abwägung der Gefahren verweilen, die vielleicht Manche von der etwas freieren Gestaltung des Unterrichtsbetriebes fürchten. Nur darauf haben wir an dieser Stelle hinzuweisen, dass wenn eine solche Überleitung zum Hochschulstudium wenigstens durch den Betrieb einzelner Gymnasialfächer für erwünscht gehalten sind, sie nur bei solchen zu ermöglichen wäre, die, wie Physik und Geschichte an einem ausgiebigen propädeutischen Unterricht einen ausreichenden Rückhalt haben. —

Möchte einigen der hier geäusserten Wünsche, welche bis in die Alltagspraxis des Schullebens sich erstrecken mussten, ebenso Gewährung beschieden sein, wie sie die für den propädeutischen Unterricht in dieser Zeitschrift wiederholt geäusserten in so weitgehendem Maasse durch unsere neuen Lehrpläne und Instruktionen nunmehr schon gefunden haben.

Eine neue Art magnetischer und elektrischer Messinstrumente.¹⁾

Von

G. Quincke.

a. Magnetometer, Tangentenbussole und Multiplikator.

(Vorgezeigt der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte in Halle am 22. September 1891.)

Als Magnetometer, Tangentenbussole oder Multiplikator benutze ich ein Messinstrument, welches im wesentlichen aus Glas, Hartgummi und Holz besteht, keine Schrauben enthält und bei gleicher Genauigkeit etwa den zehnten Teil der sonst gebräuchlichen Instrumente kostet. Dasselbe ist in Fig. 1 dargestellt.

Eine runde Glasplatte *A* von 25 cm Durchmesser und 4 mm Dicke dreht sich in dem 4 mm breiten vertikalen Schlitz eines Holzrahmens *B* von 12 cm Länge, 12 cm Breite und 8 cm Höhe. An ihrer höchsten Stelle trägt ein Reiter *C* aus Hartgummi und Kork einen rechtwinkelig gebogenen Messingdrath mit einem

¹⁾ Aus den Annalen der Physik und Chemie, N. F. Band XLVIII (1893) mit Zustimmung der Redaktion abgedruckt.

Coconfaden und einem versilberten Hohlspiegel von 3,5 cm Durchmesser, auf dessen Rückseite ein Stahlring von 2 cm Durchmesser aufgekittet ist. Der Hohlspiegel schwebt in einer flachen, durch Plangläser geschlossenen Kammer aus

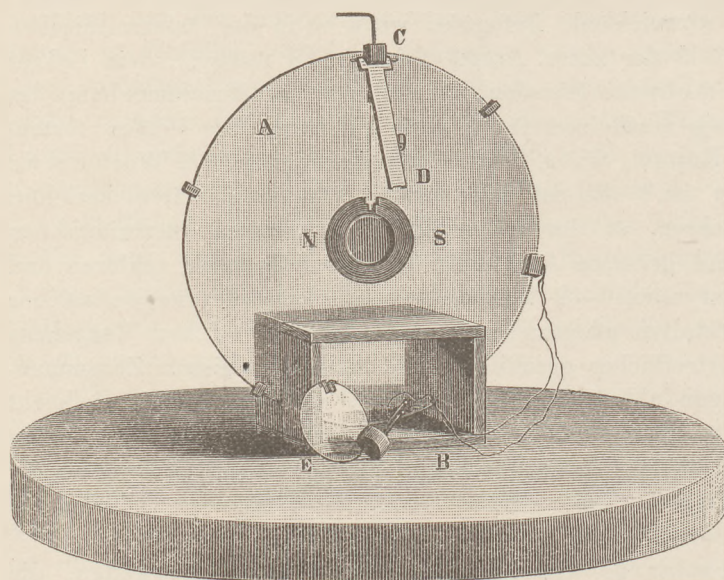


Fig. 1.

mit Coconfaden und Spiegel wird gehoben oder gesenkt, der Holzrahmen durch einen untergeschobenen Holzkeil geneigt und die Glasplatte in dem Schlitz des Holzrahmens gedreht, bis der Coconfaden parallel seinem Spiegelbilde in der Glasplatte erscheint und der Spiegel frei schwebt. Durch Drehen des Messingdrahtes im Reiter C um einen vollen Kreis lässt sich in der üblichen Weise das Torsionsverhältniss des Coconfadens bestimmen, über den eine Hartgummirinne CD geklappt wird, um ihn vor Luftströmungen zu schützen.

Das vordere Planglas E der flachen Kammer hängt mit einer Nase aus Hartgummi in einem Ausschnitte des Hartgummiringes, kann leicht entfernt werden, und lehnt in der Zeichnung an den Holzrahmen B. Die eingeklappte Fadenrinne sichert gleichzeitig die Lage des eingehängten Planglases E. Der Coconfaden läuft durch eine Rinne der Hartgummi-Nase.

Durch Luftdämpfung werden die Schwingungen des Hohlspiegels in 15 Sekunden beruhigt; oder in noch kürzerer Zeit, wenn man hinter dem Magneten an der Hinterwand der flachen Kammer einen Kupferpenny mit Wachs befestigt.

Die Tangentenbussole besteht aus einem seidebesponnenen Kupferdrahte von 0,27 mm Durchmesser, der in 1 oder 2 Windungen auf der Peripherie der runden Glasplatte A mit 6 oder mehr Hartgummiklammern befestigt ist. Die Enden des Kupferdrahtes werden zusammengedreht, so dass sie in 20 oder 30 cm Abstand vom Drahtkreise mit angelöteten Stecknadeln in Quecksilbernäpfchen aus Kork eingesteckt werden können.

Auf den Holzrahmen zu beiden Seiten der runden Glasplatte werden Drahtrollen aufgesetzt, wie bei einem gewöhnlichen Wiedemann'schen Multiplikator. Der Draht der Tangentenbussole hat 0,5 Ohm Widerstand; 1 Skalenteil Ablenkung entspricht bei einer Drahtwindung und 1 m Spiegelabstand einer Stromstärke von 0,002 Amp. Eine Multiplikatorrolle von 135 Windungen hat 1 Ohm Widerstand und 1 Skalenteil entspricht 0,000005 Amp. (Rolle F in Fig. 2.)

Hartgummi, in Mitten der runden Glasplatte, und wirft das Bild eines dünnen, von einer Petroleumflamme beleuchteten Drahtes auf eine horizontale Millimeterskala. Die Lage des Bildes lässt sich in einem hell erleuchteten Zimmer auf der 1 bis 2 m entfernten Skala bis auf 0,1 mm genau messen, wie bei der gewöhnlichen subjektiven Spiegelablesung.

Für starke Ströme stellt man einen Ring aus dickem Kupferdraht auf der Peripherie einer zweiten Glasplatte in passender Entfernung von dem Magnetometer auf, ähnlich wie bei einer Tangentenbussole von Helmholtz oder Gaugain.

Für einen Ring vom Radius R in der Entfernung E von der Magnetnadel ist die Stromstärke bei gleicher Ablenkung im Verhältnis $(1 + E^2/R^2)^{3/2}$ grösser, als mit der Magnetnadel in der Ringebene. Ein Draht-ring von 25 cm Durchmesser muss in 17,34 cm oder 23,85 cm Entfernung gestellt werden, um ein Instrument von fünf- oder zehnmal geringerer Empfindlichkeit zu erhalten; Fig. 2 zeigt eine

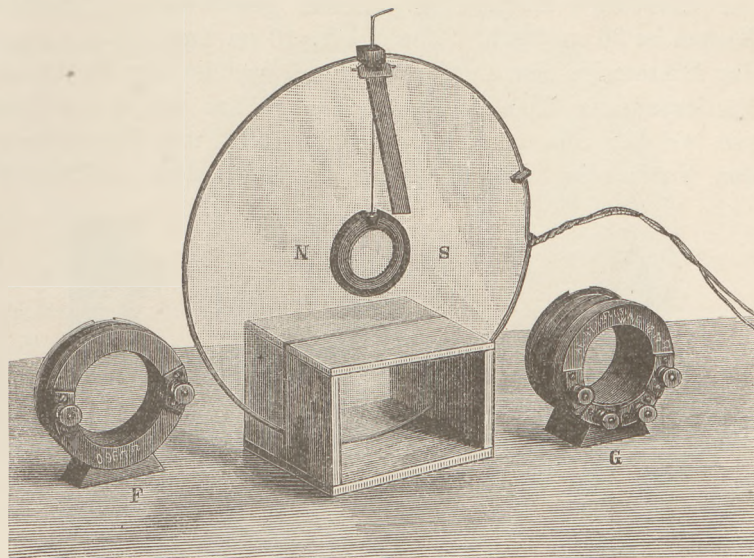


Fig. 2.

Tangentenbussole mit dickem Kupferdrahte, welche nach Entfernung der Magnetnadel mit dem Apparate Fig. 1 combinirt eine Gaugain'sche Tangentenbussole von zehnmal kleinerer Empfindlichkeit gibt.

Als Hohlspiegel von 1 oder 2 m Radius werden biconvexe Brillengläser von 2 oder 4 m Brennweite (also von 0,5 oder 0,25 Dioptrien) verwandt, deren eine Seite versilbert und lackiert ist.

Für schwache Ströme stellt man neben die Magnetnadel Drahtrollen von 10000 Windungen oder wenn der Apparat als Differential-Multiplikator benutzt werden soll, Rollen von Doppeldraht mit 500 oder 1000 Windungen und 20 bis 50 Ohm Widerstand. (Rolle G in Fig. 2.)

Die Drahtenden der Tangentenbussole tragen angelötete Stecknadeln von 4 cm Länge, welche in Quecksilbernäpfchen aus Kork eingesetzt werden. Die Korkstücke sind mit Kolophoniumkitt auf einer Glasplatte befestigt, und diese ist in einen niedrigen Pappkasten eingelegt, um das verschüttete Quecksilber aufzunehmen. Eine kleine vertikale Glasplatte teilt ein solches Quecksilbernäpfchen in 2 isolierte Hälften. Bei Umsetzen der Stecknadeln, die durch einen schwarzen und roten Knopf zu unterscheiden sind, wird die Stromrichtung in der Tangentenbussole die entgegengesetzte.

An die freien Enden der mit den Multiplikatorrollen verknüpften dünnen Leitungsdrähte und an die übrigen Leitungsdrähte sind ebenfalls Stecknadeln angelötet, um die Verbindungen schnell herstellen und lösen zu können.

Für schnelle Stromwechsel dienen Pohl'sche Stromwender mit 6 Korknäpfchen von 3 cm Abstand. Daneben sind noch andere Korknäpfchen in 3 cm Abstand festgekittet, um Widerstände von 1 bis 100 Ohm aus Nickel-Mangan-Kupferdraht oder von 1000 bis 20000 Ohm aus Graphit-bestrichenem Papier einlegen zu können. Das letztere wird in aufgeschnittene Bleikugeln von 8 mm

Durchmesser geklemmt. Durch die Bleikugeln sind Stecknadeln gesteckt und festgelötet. 2 angekittete Glasstreifen halten die Stecknadeln in 3 cm Abstand und schützen die Graphitschichten vor äusseren Einflüssen.

Zur Beleuchtung dienen Petroleumlampen mit Flachbrenner, über welche ein viereckiger Kasten aus dünnem geschwärzten Metallblech gestülpt ist. Der Kasten ist 26 cm hoch, 12 cm breit, 10 cm lang, oben und unten offen; er trägt an der Hinterseite eine Oeffnung, durch welche der Docht reguliert wird; an der Vorderseite in Flammenhöhe einen Schlitz von 8 mm Breite und 40 mm Höhe, vor welchem ein vertikaler Draht von 0,2 mm Durchmesser festgelötet ist. Auf der Vorderseite des Kastens sind über dem Schlitz 2 kurze rechtwinkelig

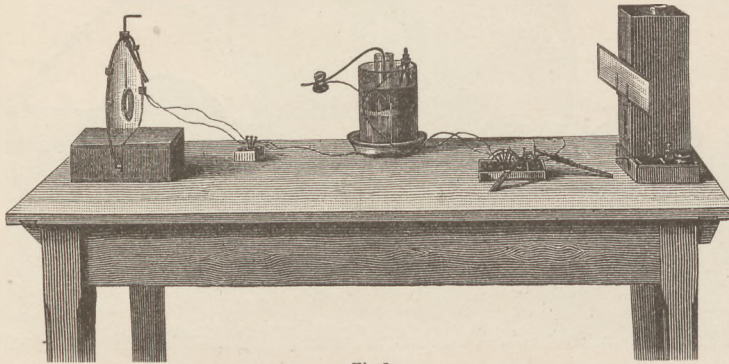


Fig. 3.

gebogene Messingdrähte aufgelötet. In den von diesen Messingdrähten gebildeten offenen Haken lässt sich ein horizontales Holzlineal mit der in 500 mm geteilten Papierskala leicht verschieben. Die Lampe wird so vor dem Hohlspiegel auf-

gestellt, dass ein scharfes Bild des dünnen vertikalen Metalldrahtes auf der Papierskala erscheint. Fig. 3 zeigt die Aufstellung der Tangentenbussole mit Stromwendern, Kette und 2 Ohm Widerstand im Stromkreis.

Die Apparate¹⁾ haben sich beim Gebrauch während mehrerer Jahre bewährt, sind leichter und schneller als die bisher gebräuchlichen aufzustellen, und lassen sich auch mit subjektiver Spiegelablesung benutzen.

b. Grosse Tangentenbussole mit Kreisteilung und Spiegelablesung.

In neuerer Zeit habe ich mit ähnlichen Mitteln aus Glas, Holz und Hartgummi grosse Tangentenbussolen construiert mit Oeldämpfung und einer Magnetnadel, deren Ablenkung nach Belieben an einer Kreisteilung oder mit subjektiver oder objektiver Spiegelablesung gemessen werden kann.

Eine runde vertikale Glasplatte *A* (Fig. 4), von 40 cm Durchmesser, 4 mm Dicke und mit einem centralen Loch von 11 cm Durchmesser, dreht sich in dem 4 mm breiten und 55 mm tiefen Schlitz eines Holzrahmens *B* von 20 cm Breite, 10 cm Höhe und 12 cm Länge. Ein rechtwinkelig gebogener Messingdraht mit Coconfaden, Magnetnadel und Spiegel kann in einem Kork des Hartgummi-Reiters *C* gehoben, gesenkt oder gedreht werden, wie bei dem oben beschriebenen Instrumente Fig. 1. Die gegen die Glasplatte *A* geklappte Fadenrinne *CD* aus Hartgummi und das zweiteilige Kästchen *E* aus geschwärztem Carton mit 2 Glasfenstern von 20 mm Höhe und 26 mm Breite, schützen die Magnetnadel nebst Zubehör vor Luftströmungen. Die Fenster stehen parallel der Glasfläche *A*. Der untere Teil der Fadenrinne in der centralen Oeffnung bei *D* ist 4 mm dicker, als

¹⁾ Zu beziehen durch Herrn Mechaniker Ad. Veith, Heidelberg, Hauptstrasse 15. Der Preis für Tangentenbussole, zwei Multiplikatorrollen, Lampe und Skala beträgt einschliesslich der Verpackung 55 Mark.

der obere Teil, und wird durch ein Planglas geschlossen, das auf die Hinterfläche der Glasplatte *A* aufgekittet ist.

Ein mit Seide besponnener Kupferdraht (von 0,27 oder 1,5 mm Durchmesser) wird mit 6 Hartgummi-klammern auf der Peripherie der Glasplatte festgehalten und bildet den Drahtkreis der Tangentenbussole. In der centralen Oeffnung der Glasplatte *A* ist ein kleiner Holzrahmen *F* von 6,5 cm Breite und Länge und von 7,5 cm Höhe mit einem 4 mm breiten und 35 mm tiefen Schlitz aufgesetzt, so dass die obere quadratische Fläche des Holzrahmens ein horizontales Tischchen bildet, dessen Mitte in der Verlängerung des Coconfadens liegt. Die Holzrahmen *B* und *F* sind aus tannenen Brettchen von 7,5 mm Dicke mit Holznägeln zusammengefügt.

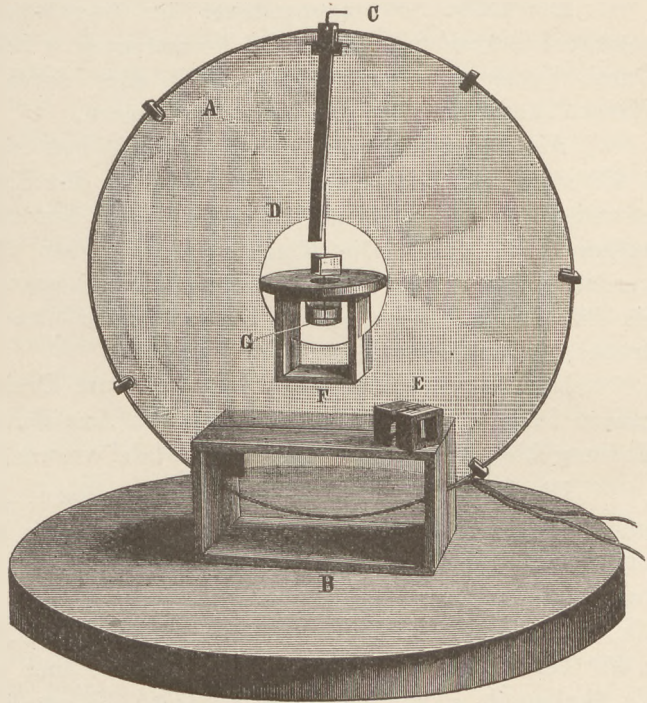


Fig. 4.

In einer centralen Oeffnung des Tischchens ist mit Hartgummi ein kleiner Glasbecher *G* (Fig. 4 und 5) von 3 cm Durchmesser und 3,5 cm Höhe eingepasst, dessen gerader cylindrischer Rand 2 mm über die Tischfläche hervorragt und in das centrale Loch der runden Spiegelglasplatte *U* eingreift, welche die Kreisteilung von 10 cm Durchmesser trägt. Auf dem Rande der Spiegelglasplatte *U* ruht ein oben und unten ausgedrehter Messingring *R* von 7,5 mm Höhe; auf diesem eine in zwei gleiche Hälften geschnittene Spiegelglasplatte *O* mit centraler Oeffnung von 3 cm. Diese Spiegelglasplatte bildet die obere, die Kreisteilung die untere Basis der flachen Büchse, in welcher die Magnetnadel *N* schwebt, im Mittelpunkte des Drahtkreises und der Glasplatte *A*.

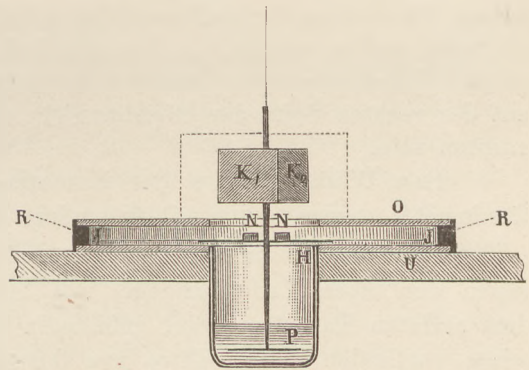


Fig. 5.

Der vertikale weiche Kupferdraht am unteren Ende des Coconfadens trägt aufgelötet ein horizontales Kreuz *H* und eine runde Scheibe *P* von 2 cm Durchmesser aus dünnem Kupferblech. Auf dem Kreuz sind 2 kleine Stahlmagnete *NN* (von $12 \times 4 \times 2$ mm) und 2 Glasfäden *J* senkrecht zur magnetischen Axe der Stahlmagnete aufgekittet. Das Kreuz ruht auf der Kreisteilung, wenn der Coconfaden gesenkt wird, so dass der Apparat ohne Gefährdung des Coconfades und der Glasfäden transportiert werden kann. Die geschwärzten Enden der Glas-

fäden schweben über der Kreisteilung und bestimmen die Ablenkung der Magnetnadel bis auf $0,1^\circ$ genau. Die Kupferscheibe P schwebt in Paraffinöl oder Olivenöl, mit welchem der Glasbecher 1 cm hoch gefüllt ist.

Die halbe Schwingungsdauer der Magnetnadel mit Spiegel und Gehänge beträgt 4 Sekunden. Die Nadel kommt nach 4 halben Schwingungen zur Ruhe. Durch Verkleinern der Kupferscheibe oder durch Zusatz von Petroleum zum Olivenöl kann man die Dämpfung verringern.

Als Spiegel dienen die 3 Seitenflächen eines rechtwinkligen Prismas. 3 Silberspiegel, die mit Colophoniumkitt an den Kanten von 2 horizontalen Hartgummiplatten befestigt und mit diesen auf den oberen Teil des Kupferdrahtes aufgeschoben sind. Die Kathetenspiegel haben 20 mm Höhe und Breite und werden genau normal gestellt, indem man sie gegen die eine Kathetenfläche und ein Planglas auf der anderen Kathetenfläche eines rechtwinkligen Glasprismas drückt, so lange der Kitt noch weich ist.

Der Hypotenusenspiegel von 28 mm Breite wird durch Drehung des ganzen Prismas parallel der magnetischen Axe der Magnetnadel gestellt, und zur Messung kleiner Ablenkungen dieser Nadel verwandt.

Die Kathetenspiegel K_1 und K_2 dienen dazu, Ablenkungen $\pm \varphi$ der Magnetnadel, welche nur wenig von $\pm 45^\circ$ verschieden sind, mit Spiegelablesung bis auf Minuten genau zu messen. Die Kathetenspiegel stehen während der Ablenkung dann nahezu parallel der Glasplatte A oder dem magnetischen Meridian. Sie reflektieren denselben Skalenteil ins Fernrohr, wenn die Ablenkung genau $\pm 45^\circ$ beträgt. Reflektieren sie bei gleicher und entgegengesetzter Stromstärke die Skalenteile s_1 und s_2 in das Fernrohr, so würde die Ablenkung

$$1) \quad \pm \varphi = 45 \pm \frac{s_1 - s_2}{4r} \frac{360}{2\pi}$$

sein, wenn r den Abstand der Skala vom Spiegel bezeichnet. Das obere oder untere Vorzeichen der rechten Seite gilt, wenn bei abnehmender Stromstärke s_1 abnimmt und s_2 zunimmt, oder umgekehrt. Bilden die beiden Kathetenspiegel einen Winkel, der um ν grösser oder kleiner ist, als ein rechter, so würde zu 45° auf der rechten Seite der Gleichung (1) noch der Winkel $-\nu/2$ oder $+\nu/2$ zu addiren sein.

Den Winkel $90 \pm \nu$ der Kathetenspiegel kann man entweder mit dem Goniometer messen, oder mit folgendem Verfahren.

Man drückt ein auf der Hinterseite geschwärztes Planglas (Objektträger) gegen den einen Kathetenspiegel und betrachtet in dem aus dem Planglas und dem anderen Kathetenspiegel gebildeten Winkelspiegel die Bilder einer Lichtlinie (eines vertikalen Platindrahtes von 0,2 mm Durchmesser in einer Bunsenschen Gasflamme). Sind die beiden durch Doppelreflexion im Winkelspiegel entstehenden Bilder der Lichtlinie um die Strecke σ von einander und um die Strecke ρ vom Spiegel entfernt, so ist die Neigung der Kathetenspiegel

$$2) \quad \psi = 90 \pm \nu = 90 \pm \frac{\sigma}{4\rho} \frac{360}{2\pi}.$$

Das obere oder untere Vorzeichen gilt, je nachdem beim Verkleinern des Winkels ψ (durch Einschieben eines Keiles oder eines Kartenblattes zwischen Kathetenspiegel und Objektträger) die Bilder der Lichtlinien auseinandergehen oder zusammenrücken.

Sehr bequem ist es, bei diesem Versuche 2 Lichtlinien (zwei parallele

Platindrähte in den beiden Seiten einer Bunsenschen Gasflamme) vom Abstände σ zu benutzen, und den Abstand ρ so zu wählen, dass das rechte Bild des einen Platindrahtes mit dem linken des anderen sich deckt. Die Entfernung der beiden Bilder einer Lichtlinie ist dann gleich dem Abstände der beiden Lichtlinien. Die Entfernung ρ der Lichtlinie vom Winkelspiegel wird mit einem Bandmaasse gemessen.

Die Spiegel schweben in dem geschwärzten Kartonkästchen *E*, das auf der halbierten Spiegelplatte *O* ruht und in Fig. 4 an einer anderen Stelle auf dem Holzrahmen *B* steht. Das eine Fenster des Kästchens ist durch ein Planglas, das andere durch ein bikonvexes Brillenglas von 1 oder 2 m Brennweite geschlossen. — Für subjektive Spiegelablesung wird das erstere, für objektive Spiegelablesung das letztere benutzt, indem man die Petroleumlampe mit Gehäuse und Skala in 1 oder 2 m Entfernung von der Linse aufstellt.

Die Kathetenspiegel haben den Vorteil, dass man den Ablenkungswinkel φ sehr genau messen kann für Stromstärken, bei welchen der Apparat die grösste Empfindlichkeit besitzt. Die Stromstärke beträgt dann bei den angegebenen Dimensionen wenig mehr als 6 Amp. Benutzt man nur einen Spiegel, so würde 1 Skalenteil bei 1 m Spiegelabstand einer Stromstärke von 0,0032 Amp. entsprechen.

Übrigens habe ich auch Apparate mit Glasplatte *A* von 30 cm Durchmesser, also einer $\frac{4}{3}$ mal grösseren Empfindlichkeit, gebaut, bei denen Holzrahmen, Kreisteilung, Magnetnadel und Zubehör dieselben Dimensionen, wie bei dem grösseren Apparate hatten.

Herrn H. Rönne, Assistenten am hiesigen physikalischen Institut, spreche ich für seine umsichtige Hülfe bei Herstellung dieser Tangentenbussole mit Kreisteilung und Winkelspiegel meinen besten Dank aus.

Eine einfache Form des Luft-Thermometers.

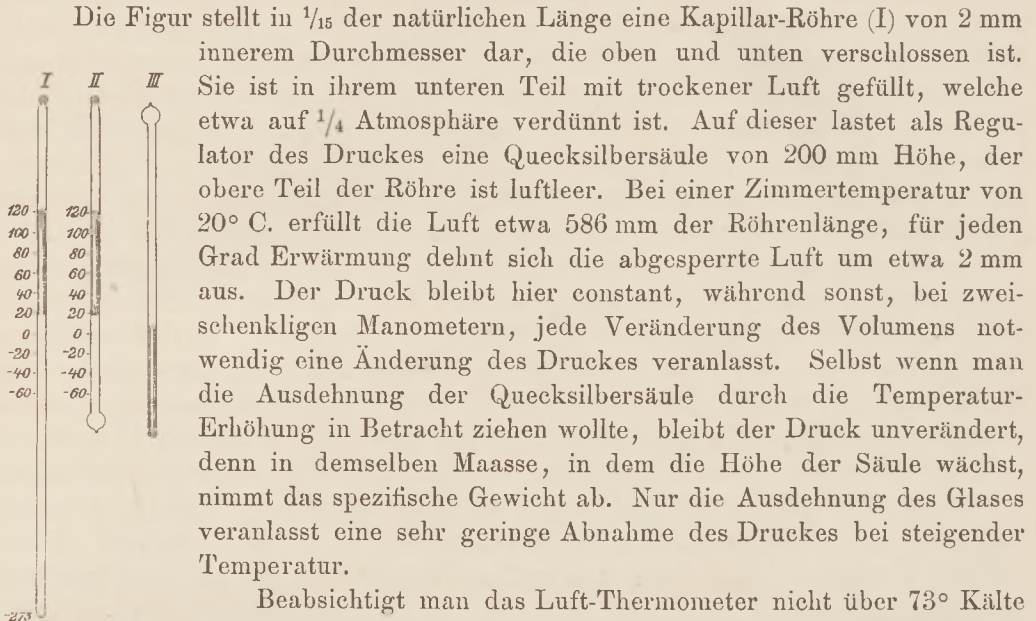
Von

M. Koppe in Berlin.

Obwohl das Luftthermometer die Grundlage für die Bestimmung der Temperaturen bildet, so ist doch bis jetzt eine einfache zur Demonstration geeignete Form desselben zu vermissen. Während man ein Quecksilber-Thermometer nur abzulesen braucht, um eine Temperatur zu messen, muss man bei den gebräuchlichen Luft-Thermometern vor der Ablesung noch eine Einstellung vornehmen. Wird die Temperatur, was theoretisch am einfachsten, durch das variable Volumen einer abgesperrten Luftmasse bestimmt, so hat man jedesmal den Druck, unter dem sie steht, auf einen bestimmten normalen Wert zu bringen; wird weniger direkt auf die Temperatur aus dem Druck geschlossen, der nötig ist, das Volumen constant zu halten, so hat man jedesmal dafür zu sorgen, dass die Sperrflüssigkeit sich auf eine bestimmte Marke einstellt. Dazu ist entweder nötig, Röhren, die mit Quecksilber gefüllt sind, und die durch gleichfalls gefüllte Kautschukschläuche mit einander verbunden sind, zu heben und zu senken, oder Quecksilber in die Manometer-Röhren einzugiessen oder durch Hähne aus ihnen abzulassen. Endlich wird die Bestimmung noch dadurch erschwert, dass meist der äussere Luftdruck an dem auf die abgesperrte Luftmenge ausgeübten Drucke beteiligt ist, so dass auch noch der Barometerstand abgelesen und in Rechnung gezogen werden muss.

Man kann nun die von MELDE (s. d. Zeitschr. I 168; II 137; II 239, Aufg. 10) näher untersuchte Eigenschaft der Kapillar-Röhren, dass in ihnen ein Quecksilber-

faden auf einer abgesperrten Luftmasse schweben kann, verwenden, um ein Luft-Thermometer herzustellen, welches fast so einfach zu benutzen ist wie ein Quecksilber-Thermometer.



Beabsichtigt man das Luft-Thermometer nicht über 73° Kälte hinaus zu benutzen, so kann man den untersten Teil (s. II) der Luft-Röhre in eine Kugel von 14—15 mm Durchmesser verwandeln. Soll das Thermometer schnell den Schwankungen der Temperatur folgen, so muss das Glas möglichst dünn sein, nur so stark, dass die Kugel den äusseren Luftdruck aushält.

Das Kaliber der Kapillar-Röhre muss sehr gleichmässig sein, bei meinem von Herrn Glasbläser Stuhl (Berlin NW, Philipp-Str. 22) hergestellten Instrumente ist dies der Fall. Die Skala kann direkt auf die Glasröhre geätzt werden. Bei den angenommenen Dimensionen ist das geradlinige Thermometer etwa 1 m lang, das mit der Kugel versehene nur 6 dm.

Will man mit dem Luftthermometer eine Temperatur messen, so reicht es nicht aus, wie beim Quecksilber-Thermometer nur die Kugel auf die zu bestimmende Temperatur zu bringen, denn die in der Röhre befindliche Luft bildet hier einen durchaus nicht unerheblichen Bruchteil der in der Kugel enthaltenen Luftmasse. Man wird daher etwa schmelzenden Schnee, oder warmes Wasser, deren Temperatur gemessen werden soll, in hohe Cylinder füllen, ebenso zur Bestimmung des Siedepunktes den Wasserdampf mittelst eines Mantelrohrs um den von Luft erfüllten Teil der Röhre herumleiten.

Da dem Thermometer stets eine genau vertikale Lage gegeben werden muss, so wird es sich vielleicht empfehlen, unterhalb desselben als Fortsetzung noch eine mit Schrot oder Quecksilber beschwerte Kugel, wie beim Araeometer, anzubringen. Es ist auch wahrscheinlich, dass man als thermometrische Substanz noch stärker verdünnte Luft anwenden kann, wodurch die als Index dienende Quecksilbersäule noch kürzer, daher auch das Thermometer noch handlicher würde. Neigt man das Thermometer (I) oder (II) langsam, so wird die vertikale Höhe der Drucksäule verringert, die Luft dehnt sich aus und stösst schliesslich mit hörbarem Anschlag das Quecksilber an das obere Röhren-Ende. Man kann nun das Instrument vollständig umkehren und es so in eine für den Transport unbe-

denkliche Lage (III) bringen. Diese Lage hat das Thermometer auch, während es vom Verfertiger gefüllt wird. Ist durch die an der Kugel befindliche anfangs offene Spitze die nötige Menge ausgekochten Quecksilbers in das untere Ende der Röhre gebracht, wo es 20 cm der Röhrenlänge erfüllt, so wird die darauf stehende trockene Luft auf etwa 150 mm Quecksilberdruck verdünnt, dann die Spitze zugeschmolzen. Kehrt man nachher die Röhre um, so gelangt die abgesperrte Luft unter einen grösseren Druck und zieht sich auf $\frac{3}{4}$ ihres Volumens, etwa auf $\frac{3}{4} \cdot 80 \text{ cm} = 60 \text{ cm}$ der Röhrenlänge oder einen äquivalenten, die Kugel einschliessenden Raum zusammen. Ist die Zimmertemperatur $= 20^\circ \text{ Celsius}$, so wäre dann $600/293 \text{ mm}$, etwa 2 mm, die Länge eines Grades.

Wenn man der Röhre I wechselnde Neigungen giebt, ohne ihren unteren Endpunkt zu verschieben, so bewegt sich die obere Grenze der abgesperrten Luftmasse in einer horizontalen Ebene, ähnlich wie die Kuppe der durch den äusseren Luftdruck getragenen Quecksilbersäule bei dem Torricellischen Versuch. Denn ist φ die Neigung der Röhre gegen die Vertikale, so steht die abgesperrte Luft unter dem Druck von $200 \cos \varphi \text{ mm}$ Quecksilbersäule, die Länge der Luftfadens ist daher umgekehrt proportional zu $\cos \varphi$, ihre Projektion auf die Vertikale also constant.

Die Demonstration elektrischer Leitungssysteme.

Von

Prof. W. Weiler in Esslingen.

Jemehr die elektrische Beleuchtung und Kraftübertragung in einzelnen Häusern und in ganzen Gemeinden Eingang findet, umsoweniger wird der physikalische Unterricht sich der Aufgabe entziehen können oder wollen, die Verteilungssysteme der elektrischen Energie zu berühren und darzustellen. Auf die Praxis mit ihren komplizierten Abzweigungen und ihren verdeckten Einrichtungen wird kaum zu verweisen oder an dieselbe anzuschliessen sein und Dynamomaschinen, welche den nötigen Strom liefern, dürften nur in selteneren Fällen zur Verfügung stehen. Allein Elektrizität ist stets dieselbe Kraft, mit welchen Mitteln sie auch erzeugt sein mag; und eben dies zu beweisen, dienen auch die Versuche, die Leitungssysteme mit schwächeren Strömen und selbst mit Spannungselektrizität vorzuführen.

1. Das Zweileitersystem. Fig. 1 stellt das Zweileitersystem mit Reihenschaltung dar; der Leiter ist an die positive Polklemme der Dynamomaschine angeschlossen, der Strom fliesst der Reihe nach durch alle eingeschalteten Lampen oder Motoren und kehrt zur negativen Polklemme zurück.

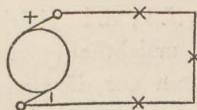


Fig. 1.

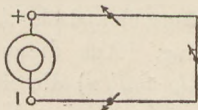


Fig. 2.

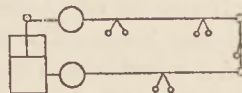


Fig. 3.

Dieselbe Art der Energieausteilung kann nach Fig. 2 mittels eines galvanischen Elementes hergestellt werden. Der Leiter ist an die positive Polklemme (Kupfer, Kohle) angeschlossen, der Strom fliesst der Reihe nach durch eine Anzahl gleicher Galvanoskope und kehrt zum Zink zurück.

Die Spannungselektrizität hat das Bestreben in einen elektrischen Strom überzugehen, verbindet man indessen die Conductoren (Pole, Elektroden) einer Influenz- oder insbesondere einer Reibungsmaschine durch gut leitende Drähte, so erzeugt sie nur Stromstösse; sie lässt sich aber zum Strom umwandeln, wenn man ihr Hindernisse in der Form von Halbleitern in den Weg einschiebt. Leinene oder baumwollene Schnüre erfüllen diesen Zweck.

An die Elektroden einer Influenzmaschine ist eine Schnur (Fig. 3) geknüpft und durch zwei Glassäulen isoliert; die an dem Halbleiter aufgehängten Doppelpendel, bestehend in einem dünnen Faden mit zwei kleinen Markkugeln, zeigen durch ihre Divergenzen den Spannungsabfall von den Elektroden bis zur Mitte der Schnur hin, an; das mittlere Doppelpendel kann keinen Ausschlag geben, weil die einander entgegengerichteten entgegengesetzten Elektrizitäten sich hier ausgleichen; denn beide Elektrizitäten werden stets in gleicher Menge und gleicher Spannung erzeugt. Leitet man den einen der beiden Conductoren ab, so sinken an diesem Schnurende die Pendel zusammen, und die Divergenz steigt gleichmässig bis zum andern Ende etwa auf das Doppelte wie beim ersten Versuch: Analogie zwischen einem geschlossenen und einem offenen galvanischen Element; der Spannungsunterschied zwischen den beiden Polen bleibt derselbe.

Die Reihenschaltung ist indes nur unter gewissen Bedingungen anwendbar; um eine Teilung der elektrischen Energie zu erreichen, hat man die Parallelschaltung erfunden.

Fig. 4, 5 und 6 stellen dieses System dar. Fig. 4 veranschaulicht, wie eine Anzahl Glühlampen parallel zwischen die von den Polen einer Dynamomaschine aus-

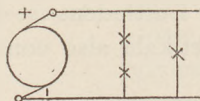


Fig. 4.

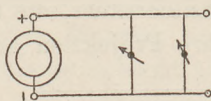


Fig. 5.

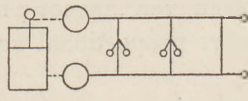


Fig. 6.

gehenden Hauptleiter eingeschaltet sind; Fig. 5 zeigt dasselbe System für ein galvanisches Element, zwischen dessen Hauptleiter Galvanokope eingefügt sind und endlich ist in Fig. 6 die Elektrizitätsquelle eine Influenzmaschine oder eine Leydner Flasche.

Natürlich zeigen auch nach diesem Verteilungssystem die verschiedenen Lichtstärken der Lampen, die allmählich kleiner werdenden Ausschläge der Magnetnadeln und die abnehmenden Divergenzen der Doppelpendel einen Spannungsunterschied zwischen den Enden der Leiter an, welcher gleich ist dem Verluste in dem Leiter.

Nach dem Ohmschen Gesetze bestimmt sich der Spannungsverlust v durch die Gleichung: $v = J \cdot W$, worin W den Widerstand des Leiters und J die Stromstärke bedeuten.

Ferner ist $W = l \cdot c / q$, wobei l = Länge, q = Querschnitt und c = spezifischer Widerstand des Leiters sind. Aus beiden Formeln ergibt sich

$$q = \frac{J \cdot l \cdot c}{V}$$

oder, wenn man v in Prozenten p der an den Polklemmen herrschenden Spannung V ausdrückt ($v = p V / 100$):

$$q = \frac{J}{V} \cdot \frac{100 l c}{p}$$

Die durch eine Leitung übertragene elektrische Arbeit ist $A = J \cdot V$, d. h. gleich dem Produkt aus Stromstärke und Spannung. Aus dieser Formel ist ersichtlich, dass die Arbeit bei verschiedener Stromstärke ($J_n = J / n$) dieselbe bleibt, wenn nur die Spannung im umgekehrten Verhältnis zur Stromstärke ($V_n = n V$) sich ändert.

Setzt man für J den Wert $J_n = J / n$ und dementsprechend für V den Wert $V_n = n V$, so ergibt sich für den zugehörigen Querschnitt q_n :

$$\begin{aligned} q_n &= \frac{1}{n^2} \cdot \frac{J}{V} \cdot \frac{100 l c}{p} \\ \text{also z. B. } q_2 &= \frac{1}{4} \cdot \frac{J}{V} \cdot \frac{100 l c}{p} \\ q_3 &= \frac{1}{9} \cdot \frac{J}{V} \cdot \frac{100 l c}{p} \\ q_4 &= \frac{1}{16} \cdot \frac{J}{V} \cdot \frac{100 l c}{p} \quad \dots \end{aligned}$$

In allen diesen Fällen ist die elektrische Energie ($J_n \cdot V_n$) und der Spannungsverlust in Prozenten gleichfalls constant, während der Querschnitt der Leitung direkt proportional der Stromstärke und umgekehrt proportional dem Quadrate der Spannung ist.

Wenn man also einen kleinen Querschnitt haben will, so hat man die Spannung recht gross und die Stromstärke entsprechend kleiner zu machen.

Um dies zu erreichen hat man Leitungssysteme mit mehr als 2 Leitern angewendet.

2. Das Dreileitersystem. Sind in Fig. 7, 8 u. 9 A und B zwei auf Spannung verbundene Elektrizitätsquellen: Dynamomaschinen, galvanische Elemente, Leydner Flaschen, mit je einer Spannung V_2 , so liefert A die Elektrizität, welche zwischen den Leitern 1 u. 2 und B diejenige, welche zwischen 2 und 3 verbraucht wird.

Ist die Beanspruchung beider Elektrizitätsquellen dieselbe, so bleibt der mittlere Leiter stromlos, denn ebensoviel Strom als durch den Leiter 2 zu A hinfliesst, wird von B in umgekehrter Richtung abfliessen, d. h. die Summe der Ströme ist = Null.

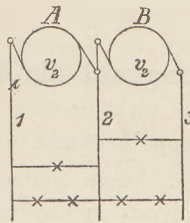


Fig. 7.

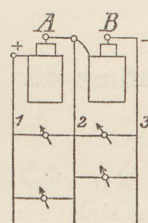


Fig. 8.

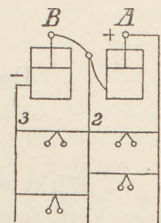


Fig. 9.

Ist die Beanspruchung von A u. B nicht die gleiche, so bekommt der mittlere Leiter soviel Strom, als der Unterschied in der Beanspruchung der beiden Leitungen beträgt. Da die Stromquellen hintereinander geschaltet sind, so ist die Spannung zwischen den Leitern 1 und 3 doppelt so gross, als zwischen 2 und 3. Es ist sonach, wenn man von dem mittleren Leiter absieht, bei demselben prozentualen Verlust in den Leitern und bei derselben übertragenen Arbeit für die Leiter 1 u. 2 nur $\frac{1}{4}$ des Querschnittes nötig, den man annehmen müsste, wenn dieselbe Energie durch ein Zweileitersystem mit der Spannung V_2 von nur einer Elektrizitätsquelle geführt werden sollte.

Bei einer grösseren Centrale (man vergleiche den Sitzungsbericht der Maschinenfabrik Esslingen 1891) wird nur ausnahmsweise die Stromstärke im Mittelleiter 20 % des Höchststromes in 1 und 2 erreichen. Den Querschnitt des mittleren Leiters wird man also $\frac{1}{5}$ von dem des äusseren Leiters wählen.

In Fig. 9 hat man die Länge der Schnüre und Fäden nach der Stärke der Elektrizitätsquellen, der Leydner Flaschen, auf $\frac{1}{2}$ bis 1 m Länge, zu bemessen; die Flaschen stehen isoliert.

3. Das Fünfleitersystem (Fig. 10 u. 11) ist eine Erweiterung des Dreileitersystems, wie dies eine Verdopplung des Zweileitersystems ist.

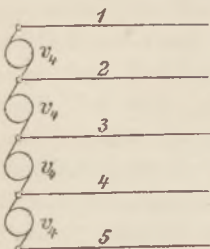


Fig. 10.

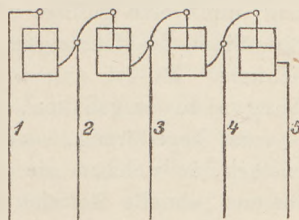


Fig. 11.

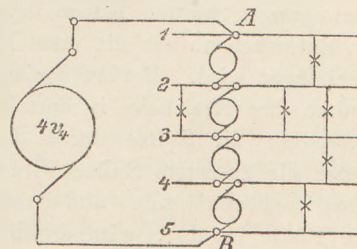


Fig. 12.

Die Spannung zwischen 1 u. 5 ist gleich $4 V_4$ und, wenn man 2, 3 u. 4 ausser acht lässt, so kann der Querschnitt der Leiter 1 u. 5 bei demselben prozentualen Verlust nur $\frac{1}{16}$ des Querschnittes sein, welcher sich bei einem Zweileitersystem mit der Spannung V_4 ergeben würde.

Wie der Versuch mit galvanischen Elementen durchzuführen ist, ergibt sich aus der Fig. 11, in welcher das Fünfleitersystem mit Leydner Flaschen angedeutet ist.

Die Anordnung mit 4 Elektrizitätsquellen wäre aber für den praktischen Betrieb

sehr lästig und teurer, als wenn man nur eine Elektrizitätsquelle mit der vierfachen Spannung anwenden könnte. Diese Anordnung stellt Fig. 12 vor. Die Ausgleichsdynamomaschinen zwischen *A* u. *B* lassen sich durch Leydner Flaschen, die Dynamomaschine mit $4 V_4$ durch eine Influenzmaschine und die Lampen durch Doppelpendel ersetzt denken. Unter gewissen Umständen können Akkumulatoren statt der Ausgleichsdynamomaschinen dienen und dann ist die Verteilungsweise der Spannungselektrizität und des Maschinenstromes ein- und dieselbe.

Knüpft man an die Enden der Schnüre und Fäden Haken von Metalldraht, so geht die Vorführung der Leitersysteme mittels Spannungselektrizität sehr rasch von statten; in ähnlicher Weise kann man auch mit galvanischen Elementen verfahren.

Der Einfluss der Reibung auf die Kreiselbewegung.

Von

M. Koppe in Berlin.

Wirkt auf die Axe eines Kreisels, dessen Spitze auf einer wagerechten Platte in einer Vertiefung festgehalten wird, eine Kraft in Richtung der durch die Schwere unterhaltenen Präzessionsbewegung, so bleibt die Geschwindigkeit der letzteren unverändert, aber die Axe hebt sich mit einer Geschwindigkeit, die der störenden Kraft proportional ist, sie senkt sich, wenn die Richtung der störenden Kraft die entgegengesetzte ist. Gewisse kleine und schnelle Schwankungen der Axe bleiben dabei unbeachtet. Diese Erscheinung kann auch am Fesselschen Gyroskop gezeigt werden. Sie lässt sich leicht aus den allgemeinen Gesetzen der Kreiselbewegung¹⁾ erklären und dient als Schlüssel zum Verständnis der von der Reibung hervorgebrachten Modificationen dieser Bewegung. Diese bestehen in folgendem. Die Axe eines auf einer wagerechten Platte laufenden Kreisels richtet sich langsam zur Senkrechten auf, die Axe eines Gyroskops und eines Kreisels, dessen Spitze in einem Punkte festgehalten wird, senkt sich.

Ist keine Reibung vorhanden, so kann ein Kreisel auf einer wagerechten Ebene sich so bewegen, dass sein Schwerpunkt ruht, und die Axe um die Vertikale des Schwerpunktes einen Kegel beschreibt, dessen Basis die von der Kreisel Spitze durchlaufene Kreisbahn ist. Im allgemeinen wird allerdings der Schwerpunkt noch auf der Vertikalen auf und abschwanken, wodurch die Axe gezwungen wird, abwechselnd sich aufzurichten und auszugleiten, ausserdem wird noch eine horizontale Translationsbewegung hinzukommen, deren Geschwindigkeit constant sein muss, weil die wirksamen Kräfte: die Schwere und die Reaktion der Platte, keine horizontale Komponente haben. Diese beiden Bewegungen werden jedoch durch die Widerstände bald gedämpft, und wir haben nur zu untersuchen, wie die erste Bewegung durch eine geringe störende Kraft der Reibung beeinflusst wird. Rotiert der Kreisel im Sinne des Uhrzeigers, so durchläuft auch seine Spitze ihre Kreisbahn in derselben Richtung. Es ist nun wesentlich, dass bei dieser Bewegung die Spitze durch die Reibung nicht aufgehalten, sondern angetrieben wird. Denn die äusserste Spitze wird nicht genau kegelförmig, sondern eine stark gekrümmte Rotationsfläche²⁾ sein, und das Flächenstück, in welchem sie in irgend einem Augenblick die Platte berührt, wird durch die äusserst schnelle Rotation in einer Richtung bewegt, welche der langsamen fortschreitenden Bewegung der Spitze entgegengesetzt ist. Die resultierende Geschwindigkeit, mit welcher das Flächenstück auf der Platte gleitet, ist also immer noch der fortschreitenden Bewegung der Spitze entgegengesetzt, die aus ihr hervorgehende Reibung sucht also die Bewegung der Spitze zu beschleunigen. Betrachten wir daher die Bewegung des Kreisels um seinen Schwerpunkt, so kommt zu den früheren

¹⁾ S. diese Zeitschrift IV, S. 70. Die nachstehenden Betrachtungen knüpfen an die Kritik der Schrift von W. Jansen über die Kreiselbewegung (*d. Zeitschr.* VI 46) an.

²⁾ S. Jellett, Theorie der Reibung, deutsch von Lüroth und Schepp, S. 199.

Kräften, nämlich der Schwere und der Reaktion der Platte, noch eine störende Kraft hinzu, welche die vorhandene Präzessionsbewegung zu beschleunigen sucht, deren Wirkung sich aber, nach dem vorausgeschickten Hilfssatz, im wesentlichen in ein Aufrichten der Kreiselaxe umsetzt. Da übrigens die störende Kraft auch in der Bewegung des Schwerpunkts zum Ausdruck kommen muss, so wird dieser nunmehr eine kleine horizontale Kreisbahn beschreiben und dabei der Bewegung der Spitze mit 90° Phasenverspätung folgen. Die Axe beschreibt dann nahezu ein Rotations-Hyperboloid, dessen engste Stelle unterhalb des Schwerpunkts des Kreisels liegt.

Wird die Spitze des Kreisels in einer Vertiefung der Platte festgehalten, so beschreibt die Axe um die Vertikale des festen Punktes einen Kegel, der Schwerpunkt einen Kreis. Dazu ist eine Schwungkraft nötig, die nur aus der festen Verbindung der Spitze mit dem Punkte der Platte hervorgehen kann. Betrachtet man das feste Lager auf der Platte nicht als Punkt, sondern als kleine Rotationsfläche, so kann die Spitze nicht in dem tiefsten Punkt der Höhlung verweilen, sondern muss in gewisser Höhe an der Wand derselben einen Kreis durchlaufen, während die Axe schräg nach aussen gerichtet ist. Die Reaktion der geneigten Wand giebt dann neben der vertikalen auch eine horizontale Komponente, die, an den Schwerpunkt versetzt, die Centralbeschleunigung liefert. Nach dieser Auffassung ist ein wirklich fester Punkt auf der materiellen Axe des Kreisels überhaupt nicht vorhanden, sondern erst auf ihrer Verlängerung unterhalb des tiefsten Punktes der Einsenkung. Denkt man sich jetzt wieder statt einer kegelförmigen Spitze eine stark gekrümmte convexe Fläche, so wird dasjenige Flächenelement, mit dem sie gerade die Wand berührt, durch die schnelle Rotation in gleicher Richtung bewegt wie durch die langsame fortschreitende Bewegung der Spitze. In gleicher Richtung liegt auch die Resultante beider Geschwindigkeiten, und die entstehende Reibung sucht also hier die Bewegung der Spitze zu verzögern. Betrachten wir daher wieder die Bewegung des Kreisels um seinen Schwerpunkt, so wird die kegelförmige Bewegung seiner Axe hier durch eine Kraft gestört, welche die vorhandene Bewegung zu hemmen sucht, deren Wirkung aber darin besteht, dass sich die Kreiselaxe langsam von der Vertikalen entfernt.

Am einfachsten ist die Reibung beim Gyroskop zu behandeln. Hier ist die Axe, um welche die Kreiselscheibe rotiert, durch ein Gelenk mit einem cylindrischen Stahlstab verbunden, der in einer vertikalen Hülse leicht drehbar gehalten wird. Die Drehung des letzteren, durch welche die Praecessionsbewegung der Kreiselaxe erst ermöglicht wird, findet an der ihn umschliessenden Hülse einen Reibungswiderstand, durch den zwar die Praeession nicht gehemmt werden kann, wohl aber die Kreiselaxe gesenkt wird.

Kleine Mitteilungen.

Eine Telephon-Mikrophananlage für die Schule.

Von **H. Riens** in Berlin.

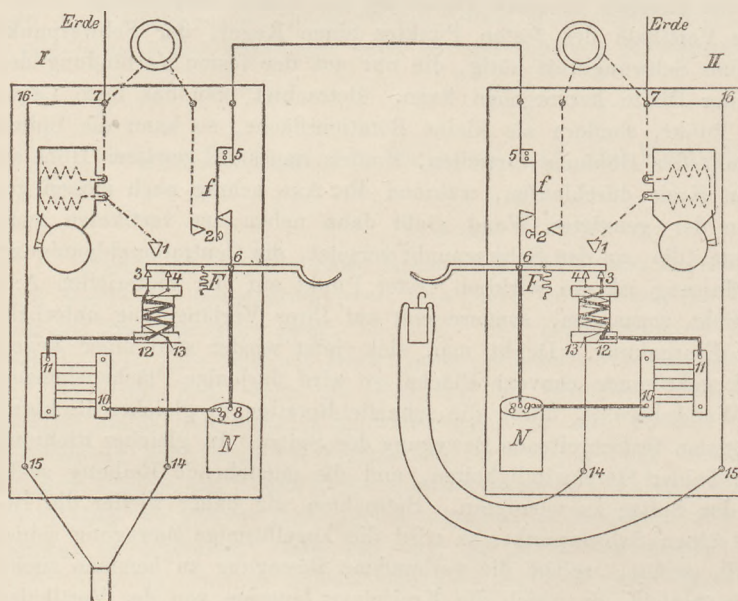
Die Ausbreitung, welche Telephonie und Haustelegraphie gefunden haben, erfordert es, den Schülern diese von ihnen fast täglich benutzten Einrichtungen durch einfache Demonstrationsapparate klar zu legen. Da mir keine Firma bekannt ist, welche geeignete Objekte liefert, so habe ich im Verein mit dem Mechaniker Herrn Stabernack, Berlin W, Bülowstr. 102, die betreffenden Apparate für die 3. Realschule (höhere Bürgerschule) construiert.

Bei der elektrischen Klingel und dem Klappenapparat sind Konstruktion und Anlage so einfach, dass sie keiner weiteren Beschreibung bedürfen. Hervorheben will ich nur, dass der Schüler an ihnen genau Stromlauf und Bewegung des Klöppels verfolgen kann.

Anders verhält es sich mit der Telephon-Mikrophananlage. Den Schülern nur das Prinzip derselben auseinander zu setzen, führt zu keinem Verständnis der im Gebrauch befindlichen Apparate. Diese selbst sind aus technischen Gründen derartig compliciert,

dass sie für die Schule ungeeignet sind. Dadurch, dass diese Gründe hier in Wegfall kommen, lässt sich die Konstruktion bedeutend vereinfachen. Die ganze Anlage ist auf einem Brett ausgebreitet. Die Vereinfachung ist durch Befestigung des Mikrophonelements *N* auf dem Brett erreicht, so dass der Mikrophon-Stromkreis (in der Figur stark ausgezogen) ganz auf demselben liegt. Dieser Strom geht von dem Element *N*9 zum Mikrophon 10, durch dasselbe, von 11 nach 12, durch die primäre Spule, über 3 durch den Telephonhaken über 6 nach dem Element *N*8 zurück.

Der in der Induktionsspule mit Hilfe des Mikrophons inducierte Telephonstrom



(schwach ausgezogen) geht von Station I von der Spule über 4 durch den Haken über 6, 5 durch die Leitung nach Station II, hier über 5, 6, den Telephonhaken nach 4, durch die sekundäre Spule nach 13 und 14, ferner durch das Telephon nach 15, 16 und über 7 zur Erde. Der Signalstrom (gestrichelt) geht, wenn in Station I die Feder *f* mit dem gegenüberliegenden Kontakt 2 in Verbindung gesetzt wird, über 5 durch die Lei-

tung zu Station II 5, dann über 6 durch den Telephonhaken, der in diesem Fall durch das Telephon an 1 ausgedrückt ist, nach 1, und durch die Glocke über 7 zur Erde.

Die drei Erfordernisse einer jeden Anlage sind nun folgende: 1) einen Stromkreis zwischen den Glocken und Elementen beider Stationen zu schliessen, ohne Telephon und Mikrophon einzuschalten; 2) diesen Stromkreis zu unterbrechen; 3) das Mikrophon mit Element und das Telephon einzuschalten.

Diese Forderungen werden hier sowohl, wie bei jedem anderen Apparat durch den Telephonhaken erfüllt, in welchem sich zwei Wellensysteme zu gleicher Zeit fortpflanzen. Befindet sich das Telephon an demselben, so liegt letzterer an dem Kontakt 1. Man kann also nur in diesem Fall ein Zeichen empfangen, wenn auf einer der Stationen die Feder *f* mit dem gegenüberliegenden Kontakt 2 in Verbindung gesetzt wird, dann geht der Strom durch die Leitung nach der anderen Station über 5 den angegebenen Weg zur Erde. Nimmt man das Telephon von dem Haken, so wird letzteres durch die Feder *F* auf die Kontakte 3 und 4 gelegt, die Glocke ausgeschaltet, Mikrophon und Telephon eingeschaltet. Der mit Hilfe des Mikrophons auf der ersten Station in der sekundären Spule inducierte Strom geht durch die Leitung nach der Empfangsstation II über 5 den oben angegebenen Weg und setzt die Telephonlamelle in Schwingungen.

Hieran lassen sich nun eine Reihe von Versuchen und Aufgaben knüpfen. Zum Beispiel: Vergleichung des Mikrophons mit dem Wagnerschen Hammer, Ausschaltung des Mikrophonelements, ebenso des Signalelements; man kann dann nur noch Zeichen empfangen, keine geben. Durch die verschiedenen Stellungen des Telephonhakens sind noch eine Reihe von Versuchen möglich, welche zeigen, dass derselbe die Vermittelung zwischen den obigen Bedingungen übernimmt. Aufgaben lassen sich mit Leichtigkeit auffinden; sie sind besonders interessant, weil sie sich sämtlich durch Zeichnung lösen lassen.

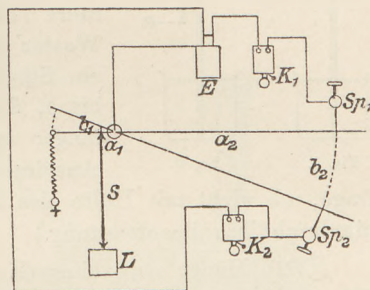
Die Telephone sind Siemenssche von 200 S. E. Widerstand und 1700 Umwickelungen. Sie gestatten auch ohne Mikrophon ein deutliches Sprechen von Station zu Station. Zum Zeichengeben benutzt man dann die Ruftrompete. Die Elemente sind Trockenelemente. Diese Anlage wird, wie die Erfahrung gezeigt hat, von den Schülern mit grossem Interesse und Verständnis verfolgt, zumal wenn die einfacheren Anlagen der Haustelegraphie vorher mit ihnen besprochen sind.

Ein Hebelpyrometer mit Läutevorrichtung.

Von Prof. W. Weller in Esslingen.

Wie man die Quecksilberstände mancher Thermometer durch hörbare Zeichen mitteilt, so lassen sich auch mit dem Hebelpyrometer zwei Läutewerke verbinden; die lineare Ausdehnung von Stäben wird dann nicht allein sichtbar, sondern selbst messbar demonstriert. Der Stab S lehnt einerseits an das Lager L und anderseits an den doppelarmigen Metallhebel $a_1 a_2$, und dieser mit einem Platinplättchen an die Platinspitze der Schraube Sp_1 ; damit ist der Stromkreis des Elementes E über die Klingel K_1 geschlossen.

Wird nun der Stab S erwärmt, entweder blos mit untergestellter Weingeistlampe oder im Wasserbad, so bewegt sich der Hebelarm a_2 zur Schraube Sp_2 und schliesst den Stromkreis über die zweite Klingel K_2 . Aus der Entfernung b_2 der Schraubenspitzen und dem Verhältnis der Hebelarme ergibt sich die Ausdehnung b_1 des Stabes. Beim Erkalten muss die Klingel K_1 bei derselben Temperatur, die anfänglich vorhanden war, wieder ertönen. Die Schraube Sp_2 wird verstellbar eingerichtet, so dass man mit verschiedenen Temperaturen operieren kann.



Ein Bogenlichtregulator für schwache Ströme. (Nachtrag zu Heft 2, S. 82.)

Von Dr. O. Hergt in Bremen.

Bei der wiederholten Ausführung des Bogenlichtregulators haben sich einige Abänderungen als zweckmässig herausgestellt, welche in der im vorigen Hefte nach einem ersten Versuchsapparate gegebenen Beschreibung, da dieselbe bei Einsendung dieses Nachtrages bereits gedruckt war, nicht berücksichtigt werden konnten.

Die Einstellung der oberen Lichtkohle wird jetzt in folgender Weise bewerkstelligt: Das Charnier C fällt weg. Statt dessen wird der cylindrische Träger T_2 durch eine horizontale Bohrung des Stativkopfes, in der er sich drehen und verschieben lässt, geführt und hier durch eine vertikale Schraube festgeklemt. — Der untere Träger T_1 geht nicht, wie in der Figur angegeben, durch eine Bohrung der Stativstange, sondern ist durch eine um die letztere gelegte Hülse an dieselbe angeschraubt. Hülse und Stativ sind durch Ebonit isoliert. — Die Führungsstange f_2 ruht mit einem gabelförmigen Ausschnitt auf einer vertikalen Schneide des Hebels H ; dadurch fällt die Rolle r weg. — Das obere Ende des Drahtes der Stromspule S ist mit der messingnen Hülse desselben verbunden und steht dadurch auch mit dem Metallrahmen R , den Führungsstangen f_1 und f_2 und mit der unteren Lichtkohle in leitender Verbindung; dadurch wird die nach letzterer führende Leitungsschnur l überflüssig. Die Kohlen sind etwas stärker, von 3 mm Durchmesser, gewählt. — Ausser diesen nur geringen Abänderungen des Apparates besteht noch eine wesentliche Verbesserung desselben darin, dass am Ende des Hebels H eine kurze Stange mit einer Metallplatte angebracht ist, welche in ein Gefäss mit Glycerin taucht. Diese Einrichtung bewirkt eine Hemmung der Spiralfederbewegung, sodass der Apparat auch bei stärkeren Strömen angewandt werden kann.

Der Kapillarheber.

Von L. Bosse in Dahme (Mark).

Hängt man eine enge, zum Heber umgebogene Röhre in ein Becherglas und füllt dieses mit einer Flüssigkeit (Wasser, Schwefelsäure, Ammoniak, Alkohol, u. s. w., Quecksilber ausgeschlossen), so fliesst die Flüssigkeit ohne Ansaugen aus. Ein solcher Heber könnte wohl Kapillarheber genannt werden, da die Flüssigkeit in Folge der Kapillarität so hoch getrieben wird, dass sie in den anderen Schenkel des Hebers gelangt und dann ausfliessen muss. Ein Kapillarheber könnte somit als Ersatz für einen sogenannten Giftheber dienen. Der Kapillarheber zeigt eine Reihe eigentümlicher Erscheinungen; ich theile die nachstehenden nicht abgeschlossenen Versuche in der Hoffnung mit, dass sich andere der weiteren Untersuchung des interessanten Gegenstandes annehmen werden.

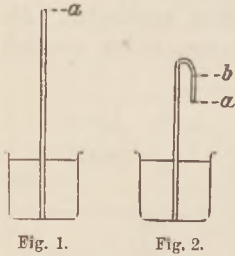


Fig. 1.

Fig. 2.

1) Es steige das Wasser gerade bis zur Öffnung *a* der Kapillarröhre (Fig. 1). Biegt man die Röhre um (Fig. 2), so wird das Wasser wieder bis *a* steigen, ohne auszufliessen. Bricht man jetzt ein Stückchen der Röhre ab, etwa bis *b*, so steigt das Wasser bis *b*, fliesst aber nicht aus, obwohl vorher der Flüssigkeitsfaden länger war. Die Haarröhrchenanziehung hört bei *b* auf, eine ein Ausfliessen bedingende Kraft ist nicht vorhanden. (Die Schülerfrage, ob nicht mit Hülfe des Kapillarhebers ein Perpetuum mobile möglich sei, findet hierdurch ihre Beantwortung.)

2) Hängt man einen Kapillarheber in ein Glasgefäss und giesst Wasser hinein (Fig. 3), so wird die Flüssigkeit ausfliessen, bevor noch das Glas völlig gefüllt ist. Da der Flüssigkeitsfaden ausserhalb des Wasserspiegels um so länger ist, je enger die Röhre ist, so wird man bei engeren Röhren um so weniger Wasser in das Glas zu giessen brauchen. Dieses Ausfliessen dürfte folgendermaassen zu erklären sein. Steigt in Folge der Kapillarität das Wasser bis *a*, so ist das Niveau in der Röhre um die Wassersäule *ab* tiefer als im Glase. Der Druck dieser Säule ist demnach die erste Veranlassung zum Ausfliessen.

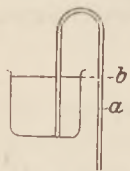


Fig. 3.

Wendet man statt Wasser eine andere Flüssigkeit an, die sich ähnlich wie Wasser verhält, so zeigt sich dieselbe Erscheinung des Ausfliessens mit der Modifikation, dass man das Glas je nach der Flüssigkeit mehr oder weniger zu füllen hat, ehe ein Ausfliessen beginnt.

3) Ist der äussere Schenkel kürzer als die Höhe des Glases, so fliesst im allgemeinen das Wasser aus bis zur Höhe der äusseren Öffnung (*a*). Doch zeigen sich auch hier bei Anwendung engerer Röhren Eigentümlichkeiten. Das Wasser fliesst nicht ganz so weit aus, sondern um so weniger, je enger die Röhre ist, so dass das Niveau des Wassers im Glase über der Höhe der äusseren Öffnung bleibt. Beim Neigen des Glases kann man jetzt noch eine Menge Wasser durch den Heber zum Ausfluss bringen, ja bei vorsichtigem Neigen lässt sich die Höhe des Wasserspiegels im Glase kleiner als *h* machen, bevor die Flüssigkeit im Heber zurückfliesst. Diese Thatsache bedingt die grossen Fehler, die man erhält, wenn man mit Hülfe eines solchen Hebers das Volumen eines Körpers bestimmen will. Durch diese Fehler vorzugsweise bin ich der Sache näher getreten.

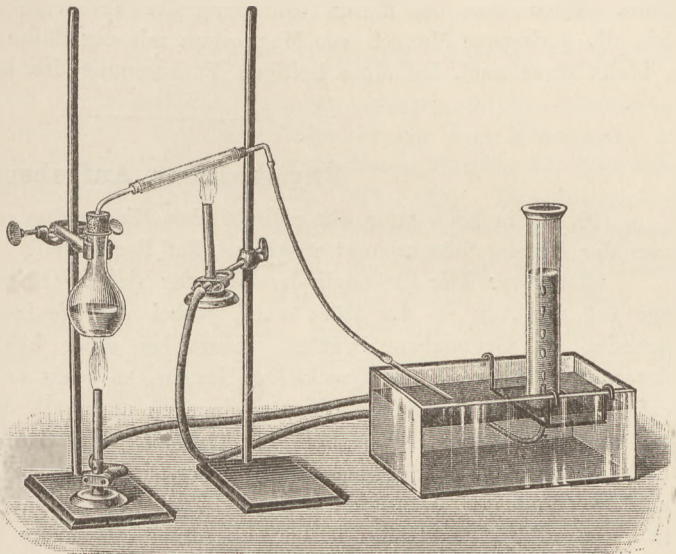
Ein Kapillarheber wurde in ein Glas gehängt und Wasser hineingegossen. Sobald der Heber zu fliessen aufhörte, wurde der beliebig gestaltete Körper in das Glas geworfen und das nunmehr ausfliessende Wasser aufgefangen und seinem Volumen nach festgestellt. Es zeigte sich, dass das Volumen des Körpers, das noch auf andere bekannte Weise festgesetzt wurde, bald zu gross, bald zu klein ausfiel.

Über die Zerlegung des Wassers.

Von **Max Rosenfeld** in Teschen.

1. Mit Bezug auf den in dieser Zeitschrift (VI 32) von Prof. P. Meutzner in Meissen veröffentlichten „Versuch über die Zerlegung des Wassers“ möchte ich mir die Bemerkung erlauben, dass derselbe Versuch, jedoch in bedeutend einfacherer Form, von mir bereits im Jahre 1882 in den Berichten der deutschen chemischen Gesellschaft (XV 160) veröffentlicht wurde und in meinem bei Herder in Freiburg 1886 erschienenen „Leitfaden“ (2. Ausg. 1892), durch beistehende Abbildung erläutert, ausführlich beschrieben ist. Lässt man bei der

Meutznerschen Anordnung des Versuches die Kugelvorlage, den Blechmantel und die beiden Asbestpfropfen weg und verwendet statt vier Flammen nur eine einzige Flamme, so hat man meine Anordnung des Versuches. Das Verbrennungsröhr (von 12 bis 15 cm Länge und 14 mm Durchmesser) versehe ich jedoch statt mit Eisendraht mit Eisenpulver (*ferrum alkoholisatum*). Der Glaskolben fasst 500 ccm und enthält 40 ccm Wasser. Zur Ausführung des Versuches erhitzt man



zuerst die mit 10 g Eisenpulver versehene Röhre durch eine Leuchtgasflamme, leitet sodann durch vorsichtiges Erwärmen des Kolbens, in welchem das Wasser kaum zum Sieden gebracht werden darf, Wasserdampf hindurch und bringt die Gasentwicklungsröhre in einen in der pneumatischen Wanne stehenden mit Wasser gefüllten Cylinder. Während Prof. Meutzner mit seinem complicierten Apparate nur so viel Wasserstoff erhält, „dass in kurzer Zeit ein gewöhnliches Probierrglas“ damit gefüllt wird, kann man mit der einfacheren Vorrichtung unter Anwendung von 10 g Eisenpulver in wenigen Minuten 1,5 Liter des Gases darstellen.

Vielleicht tragen diese Zeilen dazu bei, den historischen „Flintenlauf“, der noch immer selbst in den neuesten Lehr- und Experimentierbüchern als Marterwerkzeug des Experimentators figurirt, endlich in den wohlverdienten Ruhestand zu versetzen.

2. Viel leichter, als durch Eisen, lässt sich Wasserdampf durch Magnesium zersetzen, wenn man dieses Metall nicht, wie üblich, in Bandform, sondern in pulverförmigem Zustande verwendet. Die Ausführung des Versuches geschieht in der soeben zur Zersetzung des Wasserdampfes durch Eisen beschriebenen Vorrichtung, wobei die Verbrennungsröhre mit 0,5 bis 1 g Magnesiumpulver beschickt wird. Um die Reaktion nicht zu stürmisch zu gestalten, ist es angezeigt, sowohl das mit Metall versehene Glasrohr, sowie das im Kolben befindliche Wasser vorsichtig zu erhitzen. Zu diesem Zwecke erwärmt man zuerst die Röhre durch Hin- und Herbewegen einer nicht zu grossen Gasflamme und leitet sodann durch schwaches Erhitzen des Kolbens nur so viel Wasserdampf über das Magnesium, dass dasselbe nicht zum Brennen gelangt, sondern nur verglimmt. Man erhält so einen ruhigen gleichmässigen Wasserstoffstrom und die Röhre wird dabei nicht schadhaft. Will man jedoch die blendende Lichterscheinung zeigen, mit welcher das Magnesium im Wasserdampf verbrennt, so leitet man über das durch eine Gasflamme bis zur Entzündung erhitzte Metall einen raschen Wasserdampfstrom. Obgleich in diesem Falle die Röhre dort, wo das Magnesium verbrennt, springt, so geschieht dies doch

immer erst zu einem Zeitpunkte, in welchem sich bereits in dem vorgelegten Glaszylinder eine für die Versuchszwecke genügende Menge Wasserstoff angesammelt hat.

Da Glas in der Hitze von Magnesium angegriffen wird, erweist es sich zur Schonung der Glasröhre als zweckmässig, bei der Ausführung dieses Versuches das Metall nicht direkt, sondern auf einer Unterlage von dünnem durch Umbiegen der Ränder zu einer Rinne geformten Eisenblech in die Röhre einzuführen. In diesem Falle muss jedoch wegen der grösseren Wärmeabsorption durch das Eisen die Röhre längere Zeit durch eine grössere Gasflamme erhitzt werden. In dem Momente, in welchem das Magnesium eine Glüherscheinung zeigt, leitet man einen mässig raschen Wasserdampfstrom durch die Röhre. Wenn man bei dieser Anordnung des Versuches dafür Sorge trägt, dass auch nicht die geringsten Mengen von Magnesium mit der Röhre direkt in Berührung kommen, so bleibt diese auch bei einer heftigen Verbrennung des Metalls unversehrt.

Physikalische Aufgaben.

10. Wie hoch muss ein cylindrisches Eisengefäss mit Quecksilber gefüllt werden, wenn der Gesamt-Schwerpunkt möglichst tief liegen soll?

Auflösung: Der Eisencylinder habe für sich die Masse M gramm, sein Schwerpunkt liege auf der Axe in der Höhe a cm, wobei wir die innere Bodenfläche, wie für das folgende, als Grundebene wählen. Liegt bei einer beliebigen Füllung der Gesamt-schwerpunkt höher als das Quecksilber-Niveau, so senkt er sich, wenn man eine geringe Schicht Flüssigkeit hinzufügt, liegt er dagegen unterhalb des Niveaus, so steigt er, wenn eine beliebige Menge Flüssigkeit hinzukommt. Bei der allmählichen Vermehrung des Inhalts geht also der Schwerpunkt aus der sinkenden in die steigende Bewegung über, wenn er gerade im Flüssigkeitsspiegel liegt, und er hat dann seine tiefste Lage. Ist der kleinste Wert der Höhe $= z$ cm, ist ferner der innere Querschnitt $= q$ qcm, das spezifische Gewicht des Quecksilbers $= s$, so ist die Masse des Quecksilbers $= qzs$ g, ihr statisches Moment $= \frac{1}{2}z \cdot qzs$, das Moment des Cylinders $= aM$. Setzt man hieraus das Gesamtmoment, welches $= z(M + qzs)$ sein soll, zusammen, so erhält man die Gleichung $z^2 + 2hz = 2ha$, wo $h = M/qs$ gesetzt ist und also diejenige Höhe bedeutet, welche der Quecksilbercylinder erreichen müsste, um an Masse dem Eisencylinder gleichzukommen. Hieraus folgt $z = -h + \sqrt{h(h + 2a)}$. Die zur Lösung geeigneten Gesichtspunkte gewinnt man leicht, wenn man vorher für einen bestimmten, etwa 10 cm hohen, Eisencylinder die Lage des Gesamt-Schwerpunkts in einer Reihe von Fällen berechnet hat, welche Füllungen bis zu 1, 2, 3 . . . cm Höhe entsprechen.

11. Muss das Gefäss, mit welchem man zeigt, dass die Oberfläche einer rotierenden Flüssigkeitsmasse ein Rotations-Paraboloid ist, die Gestalt einer Rotationsfläche haben und muss deren Axe genau mit der Drehungsaxe zusammenfallen?

Andeutung: Man denke sich anfangs ein Gefäss von jener Gestalt und nehme an, dass während der gleichmässigen Rotation sich neue Wände innerhalb der Flüssigkeit bilden und sich zu einem beliebig gestalteten Gefäss zusammenschliessen.

12. Eine convexe Glaslinse, deren Dicke zwischen den Scheitelpunkten der sphärischen Flächen um d grösser sei als an deren kreisförmigem Rande vom Radius p , befindet sich in einer Wasserschicht, deren Grenzflächen die Linse an den Scheiteln berühren. Welche Brennweite hat das System? Die Strecken d und p seien in Metern angegeben.

Auflösung: Die Brennweite der Linse für sich ist bestimmt durch $1/f = (n-1)d/p^2 = N$, wo N die Stärke der Linse nach Dioptrieen, d. h. die Zahl der Meterlinsen bedeutet, welche aneinandergeschichtet jene ersetzen könnten. Die beiden Wasserschichten sind Concav-Linsen, die in der Mitte um d_1 resp. d_2 dünner seien als am Rande. Sie haben die Stärken $N_1 = -(n' - 1)d_1/b^2$ und $N_2 = -(n' - 1)d_2/b^2$, wenn n' der Brechungs-exponent des Wassers ist. Das System wirkt so, als ob man $N_1 + N + N_2$ Meterlinsen

aneinandergeschichtet hätte, und da $d_1 + d_2 = d$, so ist die Stärke gleich $(n-1)d/b^2 - (n'-1)d/b^2 = (n-n')d/b^2$. Ist die resultierende Brennweite $= F$, so kann man die gefundene Stärke $= 1/F$ setzen, also ist

$$\frac{1}{F} = \frac{n-n'}{n-1} \frac{1}{f}.$$

13. Welche Höhe müsste unsere Atmosphäre bei gleichmässiger Dichte haben, um mit dem Brechungsexponenten $n = 1,00030$ die beobachtete Horizontal-Refraktion $= 34'$ zu ergeben?

Auflösung: Ist α der Einfallswinkel, β der Brechungswinkel des an der Grenze der Atmosphäre gebrochenen Lichtstrahls, so ist $\alpha - \beta = 34'$, $\sin \alpha / \sin \beta = n$. Hieraus folgt $\operatorname{tg} \frac{\alpha + \beta}{2} / \operatorname{tg} \frac{\alpha - \beta}{2} = (n+1)/(n-1)$, $\frac{\alpha + \beta}{2} = 88^\circ 16'$, daher $\alpha = 88^\circ 33'$, $\beta = 87^\circ 59'$.

Verbindet man den an der Grenze der Atmosphäre liegenden Anfangspunkt des gebrochenen Strahls und seinen an der Erdoberfläche liegenden Endpunkt mit dem Mittelpunkt der Erde, so erhält man ein rechtwinkliges Dreieck, dessen grössere Kathete der Erdradius ist, und dessen Winkel am Mittelpunkt gleich $90^\circ - \beta = 2^\circ 1'$ ist. Der Unterschied von Hypotenuse und Kathete, $= 0,54$ Meilen, ist die anzunehmende Höhe der Atmosphäre.

14. Wie kann man aus dem Anblick der Mondsichel oder überhaupt aus der Gestalt des nicht vollen Mondes auf die Lage der Ekliptik gegen den Horizont schliessen? Zu welcher Jahreszeit scheint die Sichel des zunehmenden Mondes fast auf dem Rücken zu liegen, so dass die Verbindungslinie der Hörnerspitzen fast horizontal ist? Erscheint die Mondsichel bisweilen auch in der umgekehrten Lage, so dass die Spitzen nach unten gekehrt sind? Für welche Gegenden kann die Verbindungslinie der Hörnerspitzen genau horizontal werden?

Auflösung: Errichtet man auf der Verbindungslinie der Sichelspitzen am Himmelsgewölbe eine Mittelsenkrechte, so hat diese von der Ekliptik einen nur geringen Abstand und ist ihr fast parallel. — Im Frühling erstreckt sich nach Sonnenuntergang die Ekliptik vom Westpunkt zum Ostpunkt und überragt den Aequator um $23\frac{1}{2}^\circ$. Die Verbindungslinie der Sichelspitzen steigt dann für Berlin unter 29° an, die gewölbte Seite der Sichel ist nach unten gekehrt. — In der umgekehrten Lage wäre die Sichel des zunehmenden Mondes im Herbst morgens zu beobachten, sie erscheint dann aber erst nach Sonnenaufgang und zieht den Blick nicht auf sich. — Zwischen den Wendekreisen sieht man die Mondsichel genau wagerecht, wenn der von den Windungen des Drachen umschlossene Pol der Ekliptik auf- oder untergeht. Auch auf der südlichen Erdhälfte kehrt die fast wagerechte Sichel stets ihre Wölbung nach unten, während dort die fast senkrechte Sichel des zunehmenden Mondes ihre Wölbung nicht wie bei uns nach rechts, sondern nach links wendet.

15. Wann und in welchem Azimut geht am 19. September 1893 Jupiter für den Horizont von Wien auf?

Auflösung: Nach der dem vorigen Heft beigegebenen Sternkarte erfolgen die Culminationen von Jupiter und Sonne um 4^h und $11^h 48^m$ Sternzeit, der halbe Tagesbogen ($\frac{1}{2} T$) des Jupiter ist für Berlin $= 7^h 50^m$, und, da $\Delta(\frac{1}{2} T) = 4^m$, für die um 4° geringere Polhöhe von Wien $= 7^h 34^m$. Der Aufgang des Jupiter erfolgt um $4^h - 7^h 34^m = -3^h 34^m$ oder $20^h 26^m$ Sternzeit, d. h. $8^h 38^m$ nach der Culmination der Sonne, also abends um $8^h 38^m$ wahrer Sonnenzeit $= 8^h 32^m$ mittlerer Zeit. Zu $\frac{1}{2} T = 7^h 50^m$ gehört für Berlin $w = 33^\circ$, $\Delta w = 1^\circ$, also ist für Wien $w = 29^\circ$ die nach Norden gerichtete Morgenweite des Aufgangspunkts.

Für die Praxis.

Ein Wärme-Versuch mit dem Heronsball. Von Dr. F. Niemöller. Die Abkühlung, welche die Luft durch die Ausdehnungsarbeit erfährt, lässt sich mit dem Heronsball sehr einfach nachweisen. Zunächst comprimiert man die Luft im Heronsball mit Hilfe der demselben beigegebenen kleinen Druckluftpumpe oder durch kräftiges Einblasen von Atmungsluft. Nach Schliessung des Hahnes wird über die Öffnung ein enger Kautschukschlauch geschoben, in dessen freies Ende ein in eine Spitze ausgezogenes Glasröhrchen eingefügt ist. Die Spitze wird darauf gegen die Flamme gerichtet und der Hahn so lange geöffnet, bis die Flamme nur noch unmerklich abgelenkt wird. Öffnet man den Hahn nach einiger Zeit, während welcher die durch die Ausdehnung eingetretene Temperaturerniedrigung sich wieder ausgeglichen hat, so wird durch den nunmehr eintretenden Luftstrom die Flamme wieder kräftig abgelenkt. Der Versuch lässt sich bequem in 2 Minuten ausführen. Auch zur Bestimmung des Gewichts der Luft lässt sich der Heronsball verwenden, vgl. d. Zeitschr. V 60 Abs. 2.

Ein Versuch über Wärmeleitung. Von K. Fuchs in Pancsova (Ungarn). Im Schulunterricht sollte folgender Satz über die Wärmeleitung behandelt werden: Die Wärmemenge, die in der Zeiteinheit durch die Einheit der Fläche einer Platte geht, ist 1. dem Leitungscoefficienten direkt, 2. der Temperaturdifferenz an beiden Seiten direkt, 3. der Dicke umgekehrt proportional. Experimentell kann man dies folgendermaassen zeigen. In einem Cylinderglas von 8 cm Durchmesser kocht Wasser. Als Deckel legt man eine Metallscheibe von etwa 9 cm darauf. Auf diese wieder setzt man einen zweiten Cylinder von wieder 8 cm innerer Weite, den man mit einer schwer schmelzbaren Substanz, etwa Wachs, mit dem unteren Rande an die Scheibe heftet und mit Wasser füllt, in welches ein Thermometer taucht. Die Unterseite der Scheibe wird durch den Dampf auf nahezu 100° C. gehalten. Das Thermometer zeigt, dass die Erwärmung um so langsamer erfolgt, je wärmer das obere Wasser bereits geworden ist. Man macht den Versuch mit mehreren Scheiben von verschiedener Dicke aus demselben Metall, sowie mit gleich dicken Scheiben von verschiedenen Substanzen.

Man kann den Versuch auch mit mehreren Scheiben gleichzeitig machen. Man setzt dann auf ein grösseres Gefäss als Deckel eine Scheibe von in Oel gekochtem Holz, in welcher mehrere runde Öffnungen sind; in diese kann man die Metallscheiben setzen, auf die dann die Wassercylinder gesetzt werden. Besser aber ist vielleicht folgende Anordnung. Man hat mehrere Cylinder von etwa 8 cm innerer Weite, aus Metall oder ölgetränktem Holz, in die man die Metallscheiben als Boden einpassen und auswechseln kann. Die so gewonnenen Wassertöpfchen setzt man dann auf die Öffnungen des Deckels.



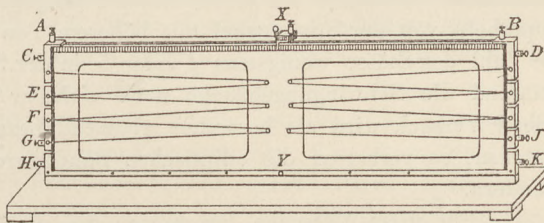
Das Gay-Lussacsche Gesetz. Von K. Fuchs. Zur Demonstration der Druckzunahme mit der Temperatur empfiehlt sich folgender Apparat. Ein cylindrisches Glasgefäss *G* setzt sich unten in eine nach oben gebogene Röhre fort; oben ist ein Thermometer eingeschmolzen. In die vertikale Röhre füllt man successive Quecksilber, taucht das Gefäss *G* ins Wasser, das man entsprechend successive erwärmt, so dass das Quecksilber immer wieder auf die Marke *m* zu stehen kommt. Die Tendenz bei diesem Apparat ist die, alle Dichtungen zu vermeiden. Lehrer in Provinzstädten werden das zu würdigen wissen.

Stroboskopischer Scherz. Von K. Fuchs. Eine stroboskopische Scheibe hat zwei Kränze von alternierenden Öffnungen. Ein Bild wiederholt sich unter den Öffnungen des äusseren Kranzes, ein zweites Bild unter den Öffnungen des inneren Kranzes. Man blickt in einen Spiegel, der so klein ist, dass er nur ein Bild zeigt. Je nachdem man nun durch den äusseren oder durch den inneren Kranz blickt, erblickt man das eine oder das andere Bild.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Apparat zur Demonstration der Wheatstoneschen Brückenordnung. Von A. OBERBECK. Der Apparat dient dazu: 1) Das Fundamentalgesetz der Wheatstoneschen Brücke aus einfachen und anschaulichen Versuchen zu folgern, 2) Messungen mit einer für die Vorlesung hinreichenden und wohl noch darüber hinausgehenden Genauigkeit auszuführen. Alle zu der eigentlichen Stromverzweigung gehörenden Teile (also mit Ausnahme der Kette und des Galvanometers) sind an einem vertikalen Brette angebracht, sodass sie auch aus grösserer Entfernung sofort deutlich übersehen werden können. Auf der oberen Kante des Brettes ist zwischen den Klemmschrauben *A* und *B* der Messdraht (von 1 m Länge) ausgespannt. In einer Vertiefung der Kante verschiebt sich der Contact *X*, an welchem der Galvanometerdraht befestigt ist. Die Stellung derselben kann durch einen Zeiger an einer vorn angebrachten, grösseren Teilung abgelesen werden, während ein zweiter Zeiger dem Experimentierenden gestattet, eine genaue Ablesung an einer hinten befindlichen Millimeterskala vorzunehmen. Von *C* und *D* gehen auf beiden Seiten im Zickzack verlaufende Neusilberdrähte, jeder von ungefähr drei Meter Länge aus. Der Draht auf der linken Seite führt zu den Messingklötzen *E*, *F*, *G*. Diese, sowie alle übrigen Messingteile, sitzen auf einer isolierenden Unterlage von Hartgummi. Wie bei den Widerstandskästen kann man die Klötze durch einen Stöpsel leitend verbinden und hierdurch das dazwischen liegende Drahtstück ausschalten. Die Anordnung des anderen Drahtes ist genau dieselbe. Die Klötze *G* und *H*, sowie *J* und *K* sind mit Klemmschrauben versehen. *H* und *K* sind durch einen breiten und dicken Streifen von Messingblech verbunden. In der Mitte desselben sitzt die Klemmschraube *Y*, von welcher die zweite Zuleitung zum Galvanometer geht. Als solches wurde gewöhnlich ein Beetzsches Vorlesungsgalvanometer benutzt. Die Kette wird zunächst mit den Punkten *C* und *D* verbunden.



Man kann nun die folgenden Versuche anstellen: 1. Die Stöpsel zwischen *G* und *H* und zwischen *J* und *K* sind eingesetzt; die übrigen fehlen. Da jetzt auf beiden Seiten gleiche Widerstände sich befinden, so muss bei Stromlosigkeit des Galvanometers Contact *X* in der Mitte stehen. Bei Einsetzen des Stöpsels zwischen *C* und *E* hat man das Widerstandsverhältnis $1:2/3$. Dementsprechend muss der Contact *X* verschoben werden. Durch weitere geeignete Stöpselungen kann man leicht die Widerstandsverhältnisse $1:1$, $1:2/3$, $1:1/3$, $2/3:1/3$ herstellen und aus den Stellungen des Contactes, die zu beweisende Proportion ableiten.

2. Der Neusilberdraht links wird ausgeschaltet, dafür aber zwischen *G* und *H* ein bekannter Widerstand, etwa eine oder mehrere Einheiten eingesetzt. Mit diesen wurden die einzelnen Teile des rechten Neusilberdrahtes verglichen. Ebenso bestimmt man den Widerstand des Drahtes auf der linken Seite.

3. Sind die Neusilberdrähte auf beiden Seiten ausgeschaltet, so kann man durch Verbindung von *G* und *H* mit einem bekannten, von *J* und *K* mit einem unbekannten Widerstand eine Messung des letzteren vornehmen. Bei der Nachbarschaft der Klemmschrauben auf beiden Seiten bedarf man nur ganz kurzer Verbindungsdrähte.

4. Wird die Kette in *G* und *J* angehängt, so kann man durch Einschaltung beliebiger Stücke der Seitendrähte den Messdraht gewissermaassen nach der einen oder anderen Seite verlängern und überhaupt seinen Widerstand ungefähr um das Sechsfache vergrössern. Selbstverständlich kann der Apparat auch zu manchen anderen Anwendungen, z. B. zur Stromverzweigung und zur Vergleichung elektromotorischer Kräfte verwandt werden.

Versuche über die Interferenz der Schallwellen. Von A. RIGHT. Ein quadratisches Stück von leinwandähnlichem Baumwollstoff, oder besser von Kautschuk, von etwa 1 m Seitenlänge wird mit schwacher aber gleichförmiger Spannung auf einem horizontalen Rahmen befestigt. An zwei Stellen nahe der Mitte wird das Tuch von zwei unterhalb angebrachten elektrischen Stimmgabeln, deren Schwingungszahl mindestens 256 beträgt, mit je einer Zinke berührt. Längs seines Umfanges sind an das Tuch von unten her Wattekissen angelegt, um die Reflexion der von den Stimmgabeln erzeugten Transversalschwingungen zu verhindern.

Wird auf das Tuch Marmorpulver gestreut, so bilden sich bei zwei gleichgestimmten Stimmgabeln feste Sandfiguren in Form von Hyperbeln, deren Brennpunkte in den Erschütterungscentren liegen. Bei den beschriebenen Versuchen betrug die Wellenlänge etwa 5 cm, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit 12,8 m. Eben solche Linien erhält man auch mit nur einer Stimmgabel, wenn man die Wellen an einer gegen das Tuch gedrückten Holzleiste reflektieren lässt. Auch bei Anwendung eines kreisförmigen oder elliptischen Rahmens erhält man mit einer Stimmgabel leicht Interferenzcurven. Befinden sich beide Stimmgabeln in den Brennpunkten eines unter das Tuch gebrachten elliptischen Rahmens, so entsteht ein System confokaler Ellipsen und Hyperbeln.

Hierbei ist es vorteilhaft, die beiden Stimmgabeln in denselben Stromkreis einzuschalten. Erzeugen die beiden Gabeln langsame Schwebungen, so sieht man die Sandhyperbeln von der Stimmgabel mit höherem Ton zu der mit tieferem wandern. Erreicht die Zahl der Stöße wenigstens 4 oder 5 in der Sekunde, so beginnt der Sand zu tanzen, während die Schwingungsbäuche noch sichtbar bleiben und über das Tuch wandern. Dieser Versuch wird als besonders glänzend bezeichnet. Verwendet man den elliptischen Rahmen, so verharren die elliptischen Sandfiguren unbeweglich, während die Hyperbeln wandern.

Für diese Versuche lassen sich die gewöhnlichen Königschen Gabeln verwenden. Zwischen den Zinken wird eine Drahtrolle angebracht, und zwar auf einem metallenen Rahmen, der längs einer durch seine Axe gehenden Ebene aufgeschlitzt ist und einen Kern von Eisendrähten aufnimmt. Ein Condensator, wie bei den Induktionsapparaten, wird mit den Platinkontakten des Unterbrechers in Verbindung gesetzt, was zur Abschwächung der Funken dient. Drei Chromsäureelemente reichen hin, um eine Gabel von 256 ganzen Schwingungen bis zu Amplituden von über 1 mm zu erregen.

Mem. di Bol. (5) 2, 261—269; Beibl. d. Phys. XVI, 408; 1892.

2. Forschungen und Ergebnisse.

Messung hoher Temperaturen. Bei seinen Arbeiten über die spezifische Wärme und die Schmelzpunkte der Metalle (*Journ. de phys. (I) 7, 69, 1879; 9, 81, 1879*) hat Violle die calorimetrische Methode zur Temperaturbestimmung verwendet. Er bestimmte zunächst die Abhängigkeit der spezifischen Wärme des Platins von der Temperatur, indem er in einem Schmelzofen neben dem das Platin enthaltenden Tiegel ein Luftthermometer aus Porzellan erhitze, welches während der Erhitzung geöffnet blieb und in demselben Augenblick durch einen Hahn geschlossen wurde, in welchem das Platin aus dem Tiegel in ein Platingefäß und mit diesem zusammen in das Wasser des Calorimeters geworfen wurde. Während der darauf folgenden Abkühlung des Ofens wurde das Volumen der im Thermometer vorhandenen Luft durch ein mit ihm verbundenes Quecksilbermanometer constant erhalten und aus dessen Druck die zu messende Temperatur bestimmt. Die zwischen der spezifischen Wärme des Platins und der Temperatur gefundene Beziehung diente nun dazu, hohe Temperaturen aus der von einem erhitzten Platinstück abgegebenen Wärmemenge zu bestimmen.

Die auf diesem Wege bestimmten Schmelzpunkte der Metalle — Blei: 325°, Zinn: 415°, Silber: 945°, Gold: 1045°, Kupfer: 1054°, Palladium: 1500°, Platin: 1775°

— wurden von Le Chatelier (*Journ. de phys.* (2) 6, 23, 1887) zur Untersuchung verschiedener Thermoelemente benutzt. Die Elemente wurden mit einem Blättchen des betreffenden Metalls umhüllt, in einem Schmelzofen erhitzt und der durch den Thermostrom hervorgebrachte Ausschlag eines Galvanometers im Augenblicke des Schmelzens des Blättchens abgelesen. Von den untersuchten Thermoelementen zeigte nur ein aus Platin einerseits und einer 10 % Rhodium enthaltenden Platinlegierung andererseits gebildetes Element einen genügend regelmässigen Gang.

Dieses Element wurde neuerdings von HOLBORN und WIEN (*Z. f. Instk.* 1892, 257) direkt mit dem Luftthermometer verglichen. Die Kugel des aus Porzellan gefertigten Thermometers lief in der Richtung eines Durchmessers in zwei Capillaren aus, durch welche das Thermoelement hindurchgezogen wurde, sodass sich die Lötstelle im Mittelpunkt der Thermometerkugel befand. Nach Durchsaugen eines trockenen Luftstromes wurde die eine Capillare mit Siegelack luftdicht verschlossen, die andere mit einem Quecksilbermanometer verbunden, mit dessen Hilfe das Luftvolumen des Thermometers constant erhalten werden konnte. Das Luftthermometer lag in einem mit Chamotte gefütterten, durch ein Gasgebläse geheizten Ofen. Die Erwärmung liess sich, falls dafür Sorge getragen wurde, dass innerhalb des nur auf der Aussenseite glasierten Porzellangefässes stets ein negativer Druck herrschte, bis zum Weichwerden des Porzellans treiben. Die elektromotorische Kraft des Thermoelements wurde nach der Compensationsmethode vermittelt eines Akkumulators bestimmt, der nach demselben Verfahren mit einem Gouyschen Normalelement (Quecksilber—Quecksilberoxyd—Zinksulfat—Zink) verglichen wurde. Durch Verschieben der Lötstelle innerhalb der Capillaren liessen sich die Temperaturen der einzelnen Räume bestimmen und für die erforderlichen Correktionen verwerten. Zur Ermittlung des Ausdehnungskoeffizienten des Porzellans wurde ein platinierter Porzellanstreifen, in dessen Schicht zwei Marken geritzt waren, horizontal in einem Gebläseofen erhitzt, die Temperatur durch ein an die Platinschicht gelegtes Thermoelement bestimmt, der Markenabstand mit Hilfe eines schräg gestellten Spiegels von zwei Fernröhren eines Comparators aufgenommen und mit einem nach Beendigung des Versuches an die Stelle des Porzellanstreifens gelegten Maassstab verglichen. Die verschiedenen Thermoelemente zeigten, obgleich sie aus demselben Material hergestellt waren, individuelle Verschiedenheiten, so dass es erforderlich ist, jedes einzelne Thermolement vor seinem Gebrauch zu aichen. Zur Schmelzpunktsbestimmung einiger Metalle wurde die Lötstelle des Thermoelements in eine aus zwei Halbkugeln zusammengesetzte Porzellankapsel zugleich mit zwei Platindrähten eingelegt, deren innere Enden durch ein Stück des zu untersuchenden Metalls mit einander verbunden und deren äussere Enden durch ein Element und ein Galvanoskop geschlossen waren. Die Kapsel wurde sodann mit Quarzsand gefüllt in einem Schmelzofen erhitzt und die elektromotorische Kraft des Thermoelements in dem Augenblick bestimmt, in welchem das Zurückgehen der Galvanoskopnadel das Schmelzen des Metalls anzeigte. Es ergaben sich die Schmelzpunkte vom Gold zu 1072°, vom Silber zu 968° und vom Kupfer zu 1082°.

Durch spektrophotometrische Untersuchung der von einer erhitzten Platinfläche ausgesandten Strahlung hatte VIOLE (*Ann. de chim. et de phys.* (6) 3, 375, 1884) die Abhängigkeit der Lichtintensität von der Temperatur aufzufinden und dadurch die photometrische Messung hoher Temperaturen zu ermöglichen gesucht. Das Platinstück lag in einem Tiegel, der von einem zweiten mit einem Metall von bekanntem Schmelzpunkt gefüllten Tiegel umgeben in einem Schmelzofen erhitzt wurde. Die Platinfläche wurde durch eine mit Wasser gekühlte Platinschachtel bedeckt, deren 1 qm grosse centrale Öffnung die zu messende Strahlung hindurchliess.

Da sich aus diesen Versuchen eine einfache Abhängigkeit der Lichtintensität von der Wellenlänge ergab, so suchte LE CHATELIER die photometrische Methode zur Konstruktion eines für die Technik brauchbaren einfachen Pyrometers zu verwerten. (*Graetz, Physikal. Revue* 2, 79, 1892.) Die zu untersuchende Lichtquelle wurde durch

ein Fernrohr anvisiert, während die Vergleichsflamme, eine Benzinkerze, seitlich stand und ihr Licht durch ein zweites Fernrohrobjektiv auf einen im Brennpunkt des ersten Objektivs angebrachten schrägen Planspiegel warf, sodass die Bilder beider Lichtquellen, durch das Okular betrachtet, eng aneinander grenzten. Das Entfernungsverhältnis beider Lichtquellen wurde aus der Fokaldistanz ihrer Bilder bestimmt und die Einstellung auf gleiche Helligkeit durch eine mit Trommelteilung versehene Irisblende, die vor dem Fernrohrobjektiv angebracht war, sowie durch Verschieben von Absorptionsgläsern bewerkstelligt. Zur Erzielung monochromatischen Lichtes wurde vor das Okular eine rote Glasplatte geschoben. Die Eichung dieses Apparates geschah mit Hilfe eines Thermoelements, dessen Lötstelle, mit einer Eisenoxydschicht bedeckt, in einem Luft- oder Sauerstoffgebläse erhitzt wurde. Da dieser Körper bei hohen Temperaturen als vollkommen schwarzer Körper wirkt, wie sich aus der Helligkeitsgleichheit der Oberfläche eines glühenden Eisenoxydstückes und des Grundes eines in dasselbe gebohrten Loches ergibt, so ist in diesem Falle die Lichtintensität nur von der Temperatur der Lötstelle selbst abhängig. Mit Hilfe dieses Photometers und seines Thermoelements hat LE CHATELIER für die in der Technik vorkommenden Temperaturen Zahlen gefunden, welche beträchtlich unterhalb der bisher angenommenen Werte liegen. So ergab sich als Schmelzpunkt des grauen Gusseisens 1220° , des harten Stahls 1410° , des Messings 880° . Der Bessemerstahl verlässt die Birne mit einer Temperatur von 1640° , die höchste in einem Hohofen erreichte Temperatur beträgt 1930° . Während des Walzens einer Schiene variiert ihre Temperatur zwischen 1250° und 1000° . Das Glas in den Schmelzhäfen besitzt bei der Gare eine Temperatur von 1310° , bei der Verarbeitung 1045° . Ein Porzellanofen erzeugt eine Hitze von 1370° , während die Ziegel bei 1100° gebrannt werden. Eine Glühlampe liefert 1800° , eine Bogenlampe 4100° , die Sonne über 7600° .

H. R.

Ein neues Entladungsexperiment. Von WANKA. (*Mitt. d. deutsch. math. Ges. Prag 1892*). Jaumann hat (*Wien. Ber. 97IIa, 765; 1888*) nachgewiesen, dass das Eintreten einer elektrischen Entladung ausser von der Potentialdifferenz der Elektroden auch noch von der Geschwindigkeit der Potentialschwankungen abhängt, welche die Elektroden infolge der aus den Zuleitungsdrähten zufließenden elektrischen Wellen erfahren. WANKA sucht nun die Erscheinung der lichtelektrischen Entladung durch die Potentialschwankungen zu erklären, welche an den Elektroden durch die zufolge der elektromagnetischen Lichttheorie aus dem Dielektrikum ihnen zugestrahnten Wellen hervorgerufen werden. Er stützt diese Ansicht auf Beobachtungen, welche er über den schon von Hertz untersuchten gegenseitigen Einfluss zweier Funkenstrecken (siehe *d. Zeitschr. V 36*) gemacht hat. Von zwei gleichen Induktorien, welche durch denselben Strom gespeist wurden, lieferte das eine den aktiven Beleuchtungsfunken, das andere den passiven Funken. Von dem Stromkreise des letzteren waren die Leitungen für ein Funkenmikrometer abgezweigt, welches so eingestellt war, dass der Funke in ihm auftrat, solange die passive Funkenstrecke vor der gegenüberstehenden aktiven durch einen Schirm geschützt war, dass aber die Funken in der passiven Funkenstrecke erschienen, sobald die Belichtung durch den aktiven Funken stattfand. Es zeigte sich nun, dass bei paralleler Orientierung der aktiven und passiven Strecke der Einfluss der Belichtung am stärksten ist. Fällt die eine Funkenstrecke in die von der Mitte der anderen ausgehende Normale, so ist der Einfluss der Belichtung ebenfalls sehr stark; er fehlt dagegen vollständig, wenn die Strecken sich im Raume senkrecht kreuzen, sodass die Verbindungslinie der Mitten beider Funkenstrecken zu jeder derselben normal ist. Diese Erscheinung ergibt sich aus der von Hertz (*Wied. Ann. 36, 1, 1889*) entwickelten Theorie der Ausbreitung elektrischer Schwingungen, wenn man annimmt, dass die vom aktiven Funken hervorgerufenen Potentialschwankungen nur dann wirksam sind, wenn sie normal gegen die Stelle der Elektrodenfläche, an welcher sich der passive Funke bilden muss, verlaufen.

H. R.

Versuche über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit elektrischer Wellen. Von E. SARASIN und L. DE LA RIVE. Bei Wiederholung der Hertz'schen Versuche hatten die Verfasser schon früher bestätigt, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der elektrischen Wellen in der Luft nahezu dieselbe ist, wie längs eines leitenden Drahtes. Die dabei als Spiegel benutzten Metallplatten von 2,80 und 3 m Seite waren indessen zu klein, um die Beobachtung von mehr als einem Knoten vor dem Spiegel, bei Anwendung eines kreisförmigen Resonators von 50 cm Durchmesser oder darüber, zu gestatten. Auch die Vergrößerung der Platten bis auf 5 m Breite hatte keinen besseren Erfolg. Neuerdings wurde für solche Versuche in grösserem Maassstabe die Turbinenhalle in Genf von der dortigen Stadtverwaltung zur Verfügung gestellt. An der einen Wand wurde eine Metallfläche von 8 m Höhe und 16 m Breite aus Zinkblechen von $2^m \times 1^m$ aufgeführt; senkrecht zur Wand wurde in 4 m Höhe eine Brücke von 10 m Länge und 1,50 m Breite aufgeführt und von einem dünnwandigen, innen geschwärtzten Tunnel überdeckt, so dass eine Dunkelkammer für die Beobachtung der sekundären Funken gebildet war. Der primäre Conduktor befand sich 15 m von dem Spiegel entfernt, dessen Mittelpunkt gegenüber; er bestand aus zwei Kugeln von 30 cm Durchmesser und zwei Messingstäben von 7 mm Dicke. Wie bei früheren Versuchen der Verfasser lag die Funkenstrecke dieses Oscillators nicht in Luft, sondern in Öl, was die Intensität des sekundären Funkens erheblich verstärkte. Die Resonatoren von 50 und 75 cm Durchmesser waren jeder mit einer Mikrometerschraube von $\frac{1}{4}$ mm Ganghöhe versehen, an der noch $\frac{1}{100}$ mm abgelesen werden konnte. Mit dieser Schraube wurde in gleichen Abständen vom Spiegel an die Grösse der Unterbrechungsstelle gemessen, bei der die sekundären Funken ausblieben. Die gemessenen Grössen, deren Minima den Knoten entsprach, wurden graphisch zusammengestellt und lieferten Kurven, aus denen die Lage der Knoten und Bäuche unmittelbar zu ersehen war. Der Resonator von 50 cm lieferte drei Bäuche und drei Knoten von grosser Deutlichkeit, der von 75 cm Durchmesser drei Bäuche und zwei Knoten. Die Mittel aus den Messungen lieferten folgende Zahlenreihen, in denen k_1 k_2 k_3 die Knoten, b_1 b_2 b_3 die Bäuche bezeichnen:

	b_1	k_1	b_2	k_2	b_3	k_3
Resonator von 50 cm Durchmesser	1	2	3	4	5	6 m
„ „ 75 „ „	1,50	3	4,50	6	7,50	9 m

Die Abstände stimmten völlig mit denen überein, die mit denselben Resonatoren längs einer Drahtleitung gefunden worden waren. Es fanden sich zugleich die früheren Resultate bestätigt, 1) dass einem kreisförmigen Resonator eine constante Wellenlänge zukommt, unabhängig von den Dimensionen des Oscillators; 2) dass eine Viertelwellenlänge des Resonators sehr nahe seinem doppelten Durchmesser gleich ist; 3) dass im Falle normaler Reflexion der erste Knoten genau am Spiegel liegt.

(C. R. 105, 1277; 26. Dec. 1892.)

Elektrizitätserregung bei Reibung von Gasen an Metallen. Von K. WESENDONCK. Versuche von Faraday haben bereits ergeben, dass verdichtete und getrocknete Luft unfähig ist, beim Ausströmen gegen Metalle diesen eine nachweisbare Ladung zu erteilen. Neuerdings hat Sohneke mit feineren Instrumenten gefunden, dass Luft aus einem Blasebalge heftig gegen ein Kupferstück getrieben diesem negative Ladung verleiht; doch schien diese Wirkung hauptsächlich von den Staubeilchen herzuführen, die der nicht filtrierten Luft beigemischt sind. Der Verfasser hat Versuche in grösserem Maassstabe angestellt, die durch den Fortschritt der Industrie möglich geworden sind; er bezog Luft von 100 Atm. Druck und Sauerstoff von demselben Compressionsgrade aus der Fabrik von Elkan in Berlin, flüssige Kohlensäure in Eisengefässen von bis zu 8 kg Inhalt aus der Aktiengesellschaft für Kohlensäure-Industrie in Berlin. Die Versuchsanordnung war im wesentlichen die gleiche wie bei Faraday. Das Ausströmungsrohr hatte eine trichterförmige Erweiterung, in diese ragte ein Metallkegel hinein, der mit einem Quadranten-elektrometer verbunden war. Trichter und Kegel waren von einem Blechkasten umgeben.

Die Versuche zeigten, dass in der That Luft, die noch Staub und Feuchtigkeit enthält, sich bei heftiger Reibung an Metall recht merklich zu laden vermag. Durch Filtration und Trocknen der Luft aber kann man diese Fähigkeit beliebig weit herunterdrücken und fast zum Verschwinden bringen; es ist daher der Schluss berechtigt, dass reine Luft bei mechanischer Reibung an Metall keine oder doch nur eine ganz unbedeutende elektromotorische Wirkung ausübt. Sauerstoff war in dieser Beziehung von gereinigter Luft nicht verschieden. Bei den Versuchen mit Kohlensäure traten stärkere positive Ladungen des Metalles auf; doch rührt diese Wirkung ausschliesslich von der Reibung der flüssigen Kohlensäure her. Wurde die Nebelbildung in der ausströmenden Kohlensäure (durch Eintauchen der zu dem Versuch benutzten Metallspirale in siedendes Wasser oder Öl von 200°) verhindert, so nahm die Erregung in solchem Maasse ab, dass auch gasförmige Kohlensäure als unfähig zur Erregung von Elektrizität bei der Berührung mit Metallen angesehen werden muss. Das Resultat ist auch insofern bemerkenswert, als eine Contakterregung zwischen Metallen und Gasen dadurch gleichfalls ausgeschlossen erscheint.

(Wied. Ann. 47, 529; 1892.)

3. Geschichte.

Zur Geschichte der Dampfmaschine. In den Südwestdeutschen Schulblättern (Jahrg. IX, Nr. 11, 1892) hat O. EHRHARDT einen Aufsatz zur Kenntnis der älteren Wattschen Dampfmaschine veröffentlicht. Die Darstellung der ersten Umänderungen und Vervollkommnungen der Newcomenschen Maschine durch Watt, die sich in den Lehrbüchern und der sonstigen Litteratur findet, leidet an gewissen Unklarheiten; namentlich finden sich widersprechende Angaben darüber, ob die ersten Wattschen Maschinen noch atmosphärische oder schon einfach wirkende eigentliche Dampfmaschinen gewesen sind. Der Verfasser teilt mit, was er namentlich in älteren Schriften (*John Bourne, A. Treatise on the Steam Engine, London 1846; M. Nicholson, Description des machines à vapeur, aus dem Englischen übersetzt von Duverne, Paris 1837; Karmarsch und Heeren, Techn. Wörterbuch, 3. Aufl. 1877*) über diese Frage gefunden hat. Das Richtigste wäre gewesen, auf die Patentschrift von 1769 selbst zurückzugehen; in dieser wird bereits als eine der wichtigsten Verbesserungen die Ausschliessung der Luft aus dem Dampfzylinder angegeben und dadurch der Schluss des Verfassers bestätigt, dass abgesehen von Modellen die ersten Watt'schen Maschinen grösseren Maassstabes keine atmosphärischen sondern einfach wirkende Niederdruckmaschinen waren. Doch bieten die vom Verfasser gemachten Mitteilungen noch manches, was die neueren Werke über die Geschichte der Physik ergänzt und was für den Unterricht, wenn er genauer auf die allmähliche Umgestaltung der Newcomenschen Maschine in die Wattsche eingeht, von Wert sein kann.

„Die erste Form der Ventilsteuerung dieser Maschine, wie sie ums Jahr 1775 von Watt gebaut wurde, war nach Bourne die in Fig. 1 angedeutete: Das Dampfrohr *R*

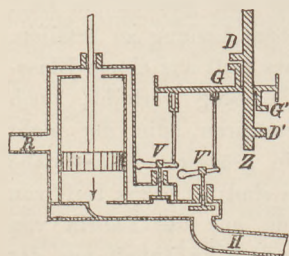


Fig. 1.

führt den Dampf in den Zwischenraum zwischen dem Cylinder und einem ihn umgebenden Mantel, von welchem aus er in den Cylinder oberhalb des Kolbens gelangt. Das Ventil *V* öffnet dem Dampf den Eintritt von jenem Zwischenraum in den anderen Teil des Cylinders unterhalb des Kolbens, und Ventil *V'* stellt die Verbindung von diesem Cylinderraum zum Condensator her, zu welchem die Röhre *K* führt.

Die andere, spätere Form der Steuerung dieser einfach wirkenden Maschine ist in Fig. 2 dargestellt, in der die Dampföhle um den Cylinder weggelassen ist. Das Dampfrohr *R* führt den Dampf direkt in die obere Biegung des Rohres *E* (die Einmündungsstelle ist verschliessbar durch das Ventil *H*) und von hier in den Cylinderraum über dem Kolben. Das untere horizontal umgebogene Ende von *E* steht bei geöffnetem

Ventil V in Verbindung mit einem kurzen Rohrstück, durch das der Dampf in den Cylinder unter den Kolben und, wenn Ventil V' gehoben, durch K in den Condensator strömen kann. Die Führungsstange des Ventils V bewegt sich in der Stopfbüchse, die auf der Oberseite des umgebogenen Endes von E angedeutet ist; diese Führungsstange ist selbst der Länge nach durchbohrt und bildet so die Stopfbüchse für die gemeinsame Stange L von H und V' . Bei den beiden erwähnten Formen der Steuerung dieser einfachwirkenden Maschine sind mit V , ebenso mit V' , gleichartig funktionierende Ventile bezeichnet.

Das Spiel der Maschine ist folgendes. Erste Ventilstellung: V' und (bei Fig. 2) H sind offen, V ist geschlossen. Der Dampf tritt aus dem Dampfrohr R in den Cylinder über den Kolben (bei Fig. 1 durch den Raum zwischen Cylinder und Mantel, bei Fig. 2 durch Ventil H direkt). Der Kolben wird durch den Dampfdruck abwärts geschoben, indem der Cylinderraum unter ihm mit dem Condensator in Verbindung steht, also dampfleer ist. — Zweite Ventilstellung:

V' und (in Fig. 2) H sind geschlossen, V ist offen. Die Cylinderräume ober- und unterhalb des Kolbens stehen miteinander in Verbindung, so dass der Dampfdruck auf beiden Seiten des Kolbens gleich ist. Das auf der anderen Seite des Balanciers hängende Gegengewicht ist folglich im Stande, den Kolben in die Höhe zu ziehen, wobei der Dampf über ihm durch die nun geöffneten Verbindungsrohre in den Cylinderraum unter dem Kolben strömt. — Nach der Aufwärtsbewegung des Kolbens werden die Ventile wieder in die erste Stellung gebracht und das Spiel beginnt von neuem.

Bei der ersten Ventilstellung wird der Kolben durch den Druck des Dampfes im Kessel abwärts gedrückt, während die Aufwärtsbewegung des Kolbens durch ein Gegengewicht geschieht, welches das Gewicht des Kolbens und seine Reibung im Cylinder überwindet. Arbeit leistet der Dampf nur bei der Abwärtsbewegung des Kolbens; die Maschine ist also eine einfachwirkende Niederdruckmaschine. Der Dampfdruck im Kessel betrug in jener Zeit nur 1 bis höchstens $1\frac{1}{4}$ Atm., da noch keine Kessel gebaut wurden, welche mehr Druck aushalten konnten.

Die kurzen Stangen, die bei der älteren Form dieser Steuerung die Ventile umstellen, stehen mit Kurbeln in Verbindung, die auf einer gemeinsamen Achse sitzen. Diese Achse hat zwei rechtwinklig abstehende Griffe G und G' , durch welche ihre Drehung zur geeigneten Zeit bewirkt wird. Zu diesem Zwecke hängt neben jener Achse eine schwere Stange Z , die am Balancier befestigt ist und durch vorstehende Zapfen D und D' die Achse mittelst der Griffe G und G' umstellt. In ähnlicher Weise werden die Leitstangen der Ventile bei der späteren Form der Steuerung (Fig. 2) bewegt.

Der Condensator dieser Maschine besteht aus einer Reihe enger, cylindrischer Kupferkessel, die in einem Wasserbehälter stehen; er ist mit „Luftpumpe“ versehen; die Condensation des Dampfes geschieht aber in der ersten Zeit nur durch Abkühlung von aussen, erst später wird Wasser in den Condensator eingespritzt. — Ferner hat die Maschine Kaltwasser- und Speisepumpe. Im übrigen gleicht sie äusserlich noch sehr der Newcomenschen, besonders auch durch die Geradföhrung der Kolbenstangen mittelst bogenförmiger Querstücke an den Enden des Balanciers, mit dem jene Stangen durch Ketten verbunden sind.

Als man darauf hinzielte, auch andere Maschinen, nicht nur Wasserpumpen, durch die Dampfmaschine zu treiben, und zu diesem Zwecke Mechanismen construiert hatte, durch welche die geradlinige Bewegung der Kolbenstange in eine rotierende Bewegung verwandelt wurde, genügte der etwas unregelmässige Gang der einfachwirkenden Maschine nicht mehr; das Bedürfnis einer gleichmässigeren Arbeitsleistung föhrte Watt zur Erfindung der doppeltwirkenden Maschine, die im Jahre 1782 patentiert wurde. Die Wattsche Ventilsteuerung der doppeltwirkenden Niederdruckmaschine ist in Fig. 3 der Übersichtlichkeith wegen unverhältnissmässig weit auseinander gezeichnet.

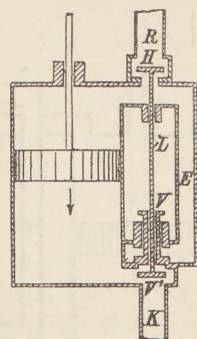


Fig. 2.

Das Dampfrohr R mit der Drosselklappe D führt in die obere Abteilung der oberen und von da durch die Fortsetzung R' zur oberen Abteilung der unteren Steuerbüchse. Die unteren Abteilungen beider Steuerbüchsen stehen durch K und K' mit dem Condensator in Verbindung und von den mittleren Abteilungen derselben führt je ein Rohr in den Dampfzylinder, wie dies die Figur veranschaulicht. Alle Ventile öffnen sich nach oben. Die

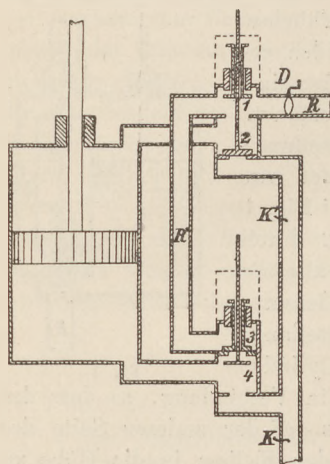


Fig. 3.

beiden Ventile einer Steuerbüchse sind (wenigstens bei der späteren, besseren Konstruktion derselben) in gleicher Weise eingerichtet, wie die beiden Ventile V und V' in Fig. 2. Auf den Steuerbüchsen sind rechteckige Rahmen (Bügel) befestigt, die in der Figur durch punktierte Linien angedeutet sind; durch eine Bohrung des oberen Querstückes dieser Bügel ragt die Führungsstange des unteren der beiden Ventile, wodurch die Geradföhrung derselben erzielt wird. Erste Ventilstellung: 1 und 4 sind offen, 2 und 3 geschlossen. Der Dampf tritt über dem Kolben in den Cylinder ein und treibt den Kolben herab, während der Raum unter diesem mit dem Condensator in Verbindung steht, wohin der dort befindliche Dampf abströmt. —

Zweite Ventilstellung: 1 und 4 sind geschlossen, 2 und 3 offen. Der Dampf tritt durch R' unter dem Kolben in den Cylinder ein und schiebt ihn nach oben, indem der Dampf über dem Kolben durch K' und K in den Condensator strömt. Neben den Steuerbüchsen hängt, am Balancier befestigt, die Kolbenstange der „Luftpumpe“, die als Steuerstange funktioniert, indem von ihr mittelst Hebelübersetzung in ähnlicher Weise wie bei der einfachwirkenden Maschine die Umstellung der Ventile bewirkt wird.

Da bei den doppeltwirkenden Maschinen der Dampfdruck den Kolben sowohl in seiner Aufwärts- wie Abwärtsbewegung treibt und dabei Arbeit leistet, ist nun die Verbindung der verschiedenen Kolbenstangen (des Dampfkolbens und der Pumpenkolben) mit dem Balancier durch Ketten natürlich unmöglich. Diese Verbindung und zugleich Geradföhrung der Kolbenstangen geschah zuerst dadurch, dass der obere Teil jeder Kolbenstange eine Zahnstange bildete, welche in das gezähnte Kreisbogenstück am Balancier eingriff. Später wurde dieser unvorteilhafte Mechanismus durch das Wattsche Parallelogramm ersetzt, dessen Erfindung in das Jahr 1784 fällt. Derselben Zeit etwa gehört die Erfindung der selbstthätigen Regulierung des Dampfzuflusses durch Schwungkugelregulator und Drosselklappe an, sowie endlich die Umwandlung der geradlinig hin und her gehenden in die rotierende Bewegung eines Schwungrades durch Pleuelstange und Kurbelwelle. [Man vergleiche hierzu Reuleaux, Kurzgefasste Geschichte der Dampfmaschine, d. Heft S. 155].

Hauptsächlich die drei letzterwähnten Erfindungen waren es, welche der Wattschen Niederdruckmaschine, wie sie ums Jahr 1785 gebaut wurde, im Vergleich zur einfachwirkenden Maschine ein ziemlich anderes Aussehen gaben. Die einzige wesentliche Änderung, die sie in der Folgezeit noch erfuhr, war bedingt durch die Erfindung der Schiebersteuerung, die in ihrer ältesten Form etwa im Jahre 1790 erstmals angewendet wurde.“

4. Unterricht und Methode.

Das elektrische Potential. „Über die Berechtigung und die Verwendung des elektrischen Potentials und einiger verwandter Begriffe im Mittelschulunterricht“ hat G. ALBRECHT eine Abhandlung im Programm des 1. deutschen Staatsgymnasiums in Brünn (1892) veröffentlicht. Der Verfasser steht auf dem Boden der in dieser Zeitschrift vertretenen Bestrebungen für die Verwendung des Potentialbegriffes im Unterricht, den er

unter der Bezeichnung „Elektrizitätsgrad“ schon auf der Unterstufe verwendet. Er erkennt den relativen Wert der Hypothese von den Fluidis nicht, dringt aber darauf (wie auch in dieser Zeitschrift schon betont), dass, wo man sie noch benutzt, der rein bildliche Charakter dieser Vorstellung deutlich hervorgehoben wird. Für den gedanklichen Zusammenhang eines Lehrganges auf Grundlage des Potentialbegriffs liefert der Verfasser selbst in der zweiten Hälfte seines Aufsatzes weitere Beiträge. Er macht auf die Wichtigkeit von Analogieen für das Verständnis noch nicht bekannter Erscheinungen aufmerksam und sucht namentlich die Vorgänge bei der Wärmestrahlung zu Vergleichen heranzuziehen. Nicht ganz zutreffend dürfte es sein, wenn die sogenannte Zerstreuung der Elektrizität mit der Wärmestrahlung verglichen wird; hier wird vielmehr die Analogie mit Wärmeleitung und -Konvektion am Platze sein. Dasselbe gilt von der Spitzenwirkung. Dagegen ist die Ausbreitung der elektrischen Wirkung durch den Raum eine unzweifelhafte Analogie zur Wärmestrahlung; das Dielektrikum entspricht dem diathermanen Medium, der genäherte Leiter einem adiathermanen Körper, der den Gang der Wärmestrahlen (wie ein undurchsichtiger Körper den des Lichtes) durch Absorption oder Reflexion aufhält. Da die Wirkung nur im Fall der Reflexion unmittelbar nach der Entfernung des strahlenden Körpers verschwindet, so setzt der Verfasser die elektrische Influenz mit der letzteren Art der Lichtwirkung in Parallele. Die elektrische Schirmwirkung einer metallischen, mit der Erde verbundenen Hülle zeigt entsprechende Ähnlichkeit mit der Wirkung eines mit der Erde verbundenen vollkommenen Wärmeleiters, in dessen Innerem sich ein wärmestrahlender Körper befindet. Auch das Verhalten einer nicht mit der Erde verbundenen leitenden Hülle ist der entsprechenden Wärmeerscheinung analog (nur dass in diesem Falle die Absorption, nicht die Reflexion, als Nebenerscheinung heranzuziehen sein würde). Desgleichen wird der Schutz eines Leiters auf die in seinem Inneren vorhandenen Körper gegen alle elektrischen Wirkungen von aussen her (Faradays Würfel) mit dem Verhalten eines vollständig adiathermanen oder undurchsichtigen Körpers gegen Wärme- und Lichtstrahlen vergleichbar sein, doch wäre in diesem Fall wieder die Absorptionsfähigkeit für Wärmestrahlen auszuschliessen und dafür ein vollkommen spiegelnder Körper als Hülle vorauszusetzen. Man sieht leicht, dass alle solche Analogieen nicht streng durchführbar sind, dennoch sind sie als didaktisches „Leitmotiv“ wertvoll für die Verknüpfung der Erscheinungen. Die Verschiedenheit der Vorgänge bleibt noch gross genug, um voreilig gezogenen Analogieschlüssen vorzubeugen. Richtig gehandhabt, werden solche Analogieen sogar ein wichtiges Mittel sein können, um zu strengem Denken und zur Vermeidung gedankenloser Analogieschlüsse zu erziehen. — Im Einzelnen bietet die Abhandlung noch mehrfache Beispiele guter Überleitungen und Verknüpfungen. Erwähnt sei nur, dass an die Betrachtung der Elektrisiermaschine und der mit ihrer Erregung verbundenen Arbeit die Definition des Potentials als einer Arbeit angeknüpft wird. Zum Zweck der Bestimmung dieser Arbeit wird dann auf Coulombs Versuche übergegangen, danach der Begriff der Elektrizitätsmenge schärfer bestimmt und die Sätze von Kraftlinien und Niveauflächen nebst den Arbeitsleistungen durch elektrische Entladungen und der Beziehung zur Erhaltung der Energie angeschlossen. P.

Eine Herleitung des Newtonschen Gesetzes für Gymnasien. Von Dr. A. SCHÜLKE in Osterode (Ost-Preussen). Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht, XXIII, 242—249.

Das Gesetz, nach welchem sich die Stärke der von der Sonne auf einen Planeten ausgeübten Anziehungskraft längs der Bahn ändert, wird hier aus den Keplerschen Gesetzen durch eine Rechnung ermittelt, bei welcher die Bewegung des Planeten von einem Punkte (p , q) oder A nach einem benachbarten Punkte B während der kurzen Zeit τ als eine Wurfbewegung aufgefasst wird, hervorgebracht durch die Anfangsgeschwindigkeit längs der Tangente in A und durch eine nach der Sonne S gerichtete gleichförmige Beschleunigung β . Letztere bewirkt, dass der Planet sich der Sonne um die Strecke $w = \frac{1}{2} \beta \tau^2$ nähert, sein wahrer Ort ist der Schnittpunkt der Bahnellipse mit einer durch den

Endpunkt der Strecke w parallel zur Tangente ihres Anfangspunktes A gezogenen Geraden. Die Bahn des Planeten wird also nach dieser Auffassung aus einer Reihe von Parabelbogen, nicht etwa aus geraden Sehnen zusammengesetzt. Denn wenn nach dieser zweiten, gleichfalls berechtigten, Anschauung der Planet in je τ Sekunden etwa von P nach A , von A nach B käme, so müsste ihm in A ein plötzlicher Impuls die Geschwindigkeit $\beta\tau$ erteilen, mittelst deren er bis zum nächsten Impulse den Weg $\beta\tau^2$ zurücklegen würde. Dieser Weg, der doppelt so gross ist als das obige w , bedeutet dann aber nicht die Abweichung von der Tangente in A , sondern von der Verlängerung der Sehne PA , so dass die beiden verschiedenen Auffassungen den Planeten auf verschiedenen Bahnen doch zu derselben Endstation B gelangen lassen. Die Ausdrucksweise des Verfassers, der Planet bewege sich mittelst der Beschleunigung β von A aus in Richtung der „Eckenlinie“ nach B , ist geeignet, Irrtümer zu veranlassen. Sie wäre nur berechtigt, wenn man bei jener neuen überflüssigen Wortbildung an eine Linie mit vielen Ecken, einen von A nach B führenden Schnenzug dächte. Auch das bisherige Kunstwort „Coordinationen“ erscheint durch „Abstände“ verdeutscht, aber nicht verdeutlicht.

Zunächst wird ein besonders einfacher specieller Fall betrachtet, den auch schon Höfler (*d. Ztschr.* V 72) hervorhob. Die Anfangspunkte der zu vergleichenden, von dem Planeten in gleichen Zeiten τ zurückgelegten, Bogen AB und $A'B'$ mögen das Perihel und das Aphel der Bahn sein. Aus der Gleichung der Ellipse wird gefolgert, dass die beim Uebergang von A nach B , resp. A' nach B' stattfindenden Abscissen-Änderungen oder die Wegstrecken w und w' in Richtung nach der Sonne sich verhalten wie die Quadrate der Ordinaten, jene messen aber die nach der Sonne gerichteten Beschleunigungen β und β' , und die Ordinaten verhalten sich nach dem Flächensatz umgekehrt wie die Entfernungen des Planeten von der Sonne. Also zeigt sich hier wirklich die Anziehung umgekehrt proportional dem Quadrat der Entfernung.

Jetzt sei A ein beliebiger Ort des Planeten, die Bahn habe die Gleichung $x^2/a^2 + y^2/b^2 = 1$, die Tangente in A ist dargestellt durch $px/a^2 + qy/b^2 - 1 = 0$. Die linke Seite dieser Gleichung ist für einen beliebigen, nicht auf der Tangente liegenden, Punkt (x, y) seinem in irgend einer Richtung gemessenen Abstände von der Tangente proportional. Für den Brennpunkt $(-ae, 0)$, in welchem die Sonne stehe, wird aber jene linke Seite $= -e(a/e + p)/a = -r/a$, wo r den Abstand des Planeten von der Sonne bezeichnet. Daher ist die Gleichung der durch B zu der Tangente in A gezogenen Parallelen $px/a^2 + qy/b^2 - 1 = -w/a$. Für w/a werde zur Kürze z gesetzt, also $z = \frac{1}{2}\beta\tau^2/a$. Die Coordinaten x, y des Punktes B genügen der Gleichung der Ellipse und der Gleichung der Parallelen. Eliminiert man aus beiden x , so folgt für y eine quadratische Gleichung, deren Coefficienten sich vereinfachen, wenn man beobachtet, dass $b^2p^2 + a^2q^2 = a^2b^2$ ist. Sie lautet $y^2 - 2(1-z)qy + b^2((1-z)^2 - p^2a^2) = 0$. Hieraus folgt $y = q(1-z) \pm a^{-1}bp\sqrt{2z-z^2}$ und weiter $x = p(1-z) \mp ab^{-1}q\sqrt{2z-z^2}$. Man erhält also gleichzeitig den Punkt B_1 oder (x_1, y_1) , wo der Planet τ Sekunden früher war, und den Punkt B_2 oder (x_2, y_2) , wo er τ Sekunden später eintrifft als in A .

Während sich der Planet von B_1 über A nach B_2 in 2τ Sekunden bewegt, beschreibt sein nach der Sonne gerichteter Fahrstrahl einen Sektor, der nur unwesentlich von dem Dreieck $SB_1B_2 = \Delta$ verschieden ist. Die Ecken desselben haben, wenn man den Anfangspunkt in die Sonne verlegt, die Coordinaten $(0,0)$, $(ae+x_1, y_1)$, $(ae+x_2, y_2)$, also ist $2\Delta = (ae+x_2)y_1 - (ae+x_1)y_2 = 2b(a-az+ep)\sqrt{2z-z^2} = 2b(r-az)\sqrt{2z-z^2}$.

Ist F die constante Flächengeschwindigkeit, so wird $\Delta = 2F\tau$, also folgt, indem man für z seinen oben angegebenen Wert $\frac{1}{2}\beta\tau^2/a$ setzt und schliesslich τ zu 0 abnehmen lässt: $F = \frac{1}{2}br\sqrt{\beta/a}$ oder $\beta = 4ab^{-2}F^2 \cdot r^{-2}$ und durch Einführung des Parameters $P = b^2/a$ wird $\beta = 4F^2/P \cdot r^{-2} = M \cdot r^{-2}$. Die Anziehungskraft der Sonne ändert sich also längs der Bahn im umgekehrten Verhältnis des Quadrates der Entfernung. Die Grösse M hat für verschiedene Planeten zufolge des 3. Keplerschen Gesetzes denselben Wert, denn wenn man die Umlaufszeit in einer elliptischen Bahn T nennt, so

ist $F = \pi ab / T$, daher $M = 4 \pi^2 a^3 / T^2$. Einen ähnlichen Ausdruck findet der Verfasser auch für die Parabel, indem er statt der Umlaufzeit T diejenige Zeit zu Grunde legt, in der sich der Fahrstrahl vom Perihel aus um 90° dreht.

Wenn man den Bogen $B_1 A B_2$ als gerade Linie ansieht und $= 2 v \tau$ setzt, so wird

$$(2 v \tau)^2 = (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 = 4 (b^2 p^2 / a^2 + a^2 q^2 / b^2) (2 z - z^2) = 4 (b^2 p^2 / a^2 + a^2 - p^2) (2 z - z^2),$$

oder:

$$v^2 \tau^2 = (a^2 - e^2 p^2) (2 z - z^2) = (a - e p) (a + e p) (2 z - z^2).$$

Ersetzt man mittelst $a + ep = r$ die Abscisse p durch den Fahrstrahl r , führt man ferner für z seinen Wert ein, so ergiebt sich, für $\tau = 0$, $v^2 = r(2a - r)\beta/a = (2/r - 1/a)M$, also $v^2/2 = M/r - M/2a$, worin der Satz von der lebendigen Kraft liegt.

Das Verfahren des Verfassers weicht von obiger abkürzender Darstellung ein wenig ab. Er vereinfacht die zu Grunde liegenden Gleichungen schon vor der Auflösung, indem er festsetzt, dass in der Entwicklung nach Potenzen von z ausser den Gliedern, welche z nicht explicite enthalten, nur noch die niedrigste Potenz von z beizubehalten ist, dass z. B. ein Glied mit z fortfallen muss, wenn $\sqrt{z}$ vorkommt. Wir halten es für schwierig, diese Rechnungsvorschrift zu genauem Verständnis zu bringen, und haben deshalb erst in den fertigen Ausdrücken für x, y, F, v die Grösse τ zu Null abnehmen lassen. Statt des Bogens $B_1 B_2$ der Planetenbahn betrachtet der Verfasser den Bogen $A B_1$.

Die gewöhnliche angenäherte Betrachtung, welche die Planetenbahnen als kreisförmig annimmt, ist für die obigen Entwicklungen unbrauchbar, sie hat nach dem Verfasser auch den Mangel, dass sie die Sonne in den Mittelpunkt des Kreises stelle, wohin sie nicht gehöre. Das ist in gewissem Sinne richtig, dann müsste man aber auch für die elliptischen Bahnen die Sonne ausserhalb des Brennpunkts denken.

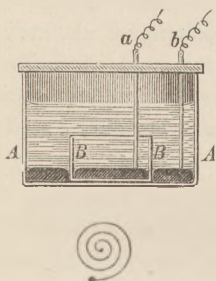
In seiner Kritik früherer Darstellungen verwirft der Verfasser das Verfahren in Jochmann-Hermes Lehrbuch zum Teil deshalb, weil es auf einer physikalisch unzulässigen (?) Hilfsvorstellung beruhe, nämlich einer Kreisbewegung um einen beliebigen Punkt innerhalb der Bahn. Andere Ableitungen setzten viele Kenntnisse über die Kegelschnitte voraus, besonders über die Krümmungsradien, doch sei hier durch die einfache Ableitung von Maiss (S. Höfler, *d. Ztschr. V 71*), deren Grundgedanke sich übrigens in Salmons Kegelschnitten (Cap. XIV, Methode des Unendlich-Kleinen) findet, eine elementare Behandlung ermöglicht. Das Verfahren von Maxwell in *Matter and Motion* (art. 133), auf das wir schon bei Besprechung einer ähnlichen Arbeit hinwiesen (*d. Ztschr. I 129*), ist also dem Verfasser unbekannt geblieben. Es verdient seiner Anschaulichkeit und Leichtigkeit wegen vor allen anderen Darstellungen bei weitem den Vorzug, von mühseligen Ausrechnungen ist es gänzlich frei. Maxwell zeigt, dass die Geschwindigkeit des Planeten dem von der Sonne auf die Bahntangente gefällten Lot umgekehrt, daher dem Lote vom zweiten Brennpunkt aus direkt proportional ist, in der Richtung weicht sie um 90° von dem Lote ab. Aus zwei benachbarten, durch Vektoren dargestellten Geschwindigkeiten ergibt sich aber die Grösse und Richtung des Beschleunigungsimpulses als Verbindungsstrecke der Endpunkte der Vektoren. Von den Kegelschnitten ist der einzige Satz erforderlich, dass das Produkt der von beiden Brennpunkten auf eine Tangente gefällten Lote constant ist. Nimmt man statt dieser Lote die von einem Brennpunkt auf zwei parallele Bahntangenten gefällten Lote, so erkennt man in dieser Eigenschaft leicht den elementaren Satz von dem constanten Rechteck, welches die Abschnitte der Sehnen durch einen Punkt innerhalb eines Kreises ergeben. Auf die Parabel ist Maxwells Verfahren zwar nicht buchstäblich anwendbar, doch muss sie als gemeinschaftlicher Grenzfall der elliptischen und hyperbolischen Bahnen in die Resultate eingeschlossen sein. Man kann sie aber auch direkt behandeln. Auch für eine parabolische Kometenbahn ist die Geschwindigkeit dem von der Sonne auf die Tangente gefällten Lot umgekehrt proportional, beschreibt man über dem Abstand des Scheitels vom Brennpunkt als Durchmesser einen Kreis, so schneidet dieser auf den erwähnten Lotes vom Brennpunkt aus Strecken ab, die zur Länge des ganzen Lotes reciprok sind, also die Geschwindigkeit direkt messen, und auch deren Richtung mit dem constanten Unterschied von 90° darstellen.

Selbst die von dem Verfasser geltend gemachten rein technischen Rücksichten (geringe Stundenzahl auf Gymnasien) würden für die Benutzung des Maxwellschen Verfahrens sprechen. Als Uebung für die analytische Geometrie ist dagegen das obige rechnende Verfahren sehr geeignet.

M. Koppe.

5. Technik und mechanische Praxis.

Reinigung des Quecksilbers. Von W. JAEGER. In der physikalisch-technischen Reichsanstalt wird das aus Idria bezogene Rohquecksilber, das sich durch besondere Güte auszeichnet, nach dem Filtrieren und Trocknen einer zweimaligen Destillation im Vakuum unterworfen, um etwa vorhandene Schwermetalle zu entfernen. Dann wird das Quecksilber, um es auch von etwa beigemischten Alkalien, Zink u. s. w. zu trennen, in Salpetersäure aufgelöst und die Lösung der Elektrolyse unterworfen. Als Stromquelle dient eine Gülcherche Thermosäule von 0,4 Ohm innerem Widerstand und 3,6—4 Volt Spannung. Die Stromstärke wird durch Einschaltung von Widerstand meist auf etwa 1 Amp. gehalten, und die Stromdichtigkeit dadurch möglichst klein gemacht, dass der Strom auf vier gleiche Gefässe von folgender Gestalt verteilt ist. Ein Glascylinder von 19 cm Durchmesser und 11 cm Höhe enthält das als Anode dienende, durch Destillation gereinigte Quecksilber; darin steht ein engerer und niedrigerer Glascylinder von 9 cm Durchmesser und 3 cm Höhe, so dass sein Rand sich unterhalb des Niveaus der Lösung befindet. Als Kathode dient ein zur Spirale gebogener Platindraht, und nach dem Niederschlagen einer grösseren Menge Quecksilber die ganze Oberfläche desselben, wodurch die Stromdichte noch vermindert wird; letztere betrug etwa 0,004 Amp. für 1 qcm an der Kathode, 0,001 an der Anode. Die Auflagerung von basischem Salz an der Anode, die eine Folge der wachsenden Concentration an dieser ist, kann durch zeitweiliges Umrühren oder durch eine etwas abgeänderte Form des Gefässes verhindert werden. In dem so gereinigten Quecksilber konnte mit den üblichen Methoden keine Spur von Schwermetallen mehr aufgefunden werden.



Zeitschr. für Instrumentenkunde XII, 355; 1892.

Lichtstärke und Energieverbrauch von Glühlampen. Von CLARENCE P. FELDMANN. Leuchtkraft und Energieverbrauch einer Glühlampe nehmen im Laufe der Brenndauer beständig ab. Da jedoch die Leuchtkraft viel rascher abnimmt, als die verbrauchte Energie, so muss mit wachsender Brenndauer eine erhebliche Zunahme der aufzuwendenden Energiemenge stattfinden. Der Verfasser hat im ganzen 106 Lampen von 21 verschiedenen Typen aus zehn Fabriken untersucht. Die Lampen wurden in der Centrale der städtischen Werke zu Köln eingeschaltet und je nach 25 oder 50 Stunden ihre Lichtstärke photometrisch bestimmt. In einer Versuchsreihe mit de-Khotinsky-Lampen von nominell 16 Hefnerkerzen Stärke wurden drei Gruppen gesondert, deren erste im Mittel 1,73 Watt, die zweite 2,74 Watt, die dritte 3,32 Watt pro Hefnerkerze erforderte. Die „niedrigwattigen“ Lampen zeigten die geringste Lebensdauer und die grösste Zunahme des Energieverbrauchs. Setzt man als unterste zulässige Grenze der Leuchtkraft 50 % der Anfangshelligkeit fest, so beträgt die entsprechende praktische Lebensdauer bei den drei Gruppen bezw. 110, 325 und 1050 Stunden. Die Lampen der letzten Gruppe haben überdies den Vorzug, dass sie schon nach 130 bis 170 Stunden gleiche Ökonomie mit denen der anderen beiden Gruppen erreichen und von da an sogar bedeutend ökonomischer arbeiten. Die Helligkeit sank nach 1000 Brennstunden bei Gruppe I und II auf 3,8 bezw. 4 Kerzen, bei III auf 8 Kerzen; der Energieverbrauch stieg hierbei in Gruppe I von 1,72 auf 7,0 Watt, in II von 2,76 auf 6,76 Watt, in III von 3,32 auf 5,50 Watt. Ähnliche Ergebnisse lieferte die Untersuchung der anderen Sorten von Glühlampen.

Elektrot. Zeitschr. XIII, Heft 50, 1892.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Lebenserinnerungen von Werner v. Siemens. Mit dem Bildnis des Verfassers. Berlin, Julius Springer. 1892. 317 S. M. 5.—.

Ursprünglich für die Familie und die Freunde geschrieben, ist das Buch schnell Gemeingut aller Gebildeten geworden. Es bewahrheitet sich wieder in dem Erfolg dieses merkwürdigen Werkes der alte Satz, dass ein grosser Mann nicht nur durch das, was er gedacht, erfunden und geschaffen hat, sondern auch durch sein Dasein, durch die Art der Lebensführung über Generationen hinaus wohlthätig wirkt.

Das Leben dieses Gelehrten und Erfinders, dieses Bahnbrechers im weitesten Sinne des Wortes ist ein überaus reiches und wechselvolles gewesen. Glied einer mit den Gütern dieser Welt nicht übermässig gesegneten, zahlreichen Familie, wurde in ihm schon frühe jenes rege Pflichtgefühl, jener unermüdliche Drang zu praktischer Bethätigung geweckt, die später nicht wenig dazu beigetragen haben, aus Siemens das zu machen, was er geworden ist. Seine Neigung zog ihn zum Studium der Mathematik und Naturwissenschaften, allein dazu reichten die Mittel seines Vaters nicht aus, und so wurde er Artillerieoffizier, um sich die heissersehten Kenntnisse erwerben zu können. Charakteristisch für den Mann ist, dass er bald anfang, seine eigenen Wege zu gehen. Ein Duell verschaffte ihm eine mehrwöchentliche Musse auf der Citadelle von Magdeburg, die er zur Ausarbeitung seiner Methode der galvanischen Versilberung und Vergoldung benutzte. Als eine politische Unbesonnenheit ihn im Frühling 1848 in Gefahr bringt, das für ihn in mehr als einer Beziehung wertvolle Commando in Berlin zu verlieren, sagt er sich, „um das drohende Ungewitter abzuwenden, muss ich eine Erfindung machen“; diese glückt ihm denn auch in der Darstellung der Schiessbaumwolle nach dem noch heute üblichen Verfahren der Behandlung der Baumwolle mit concentrirter Schwefelsäure und Salpetersäure.

Neben der scharfen Beobachtungsgabe und dem unübertroffenen Geschick die Resultate rein wissenschaftlicher Untersuchungen den Bedürfnissen des praktischen Lebens dienstbar zu machen, war er mit einer feinen Witterung ausgestattet für die Probleme, die in der Luft lagen und die technischen Neuerungen, für die der Boden reif war. Die Zukunft der elektrischen Telegraphie stand klar vor seinem Geiste, als die Mehrzahl seiner Zeitgenossen ihre Entwicklungsfähigkeit noch bezweifelte. Bezeichnender Weise baute die kleine Werkstätte in der Schönebergerstrasse, die mit 6000 von einem Vetter Siemens vorgestreckten Thalern als Stammkapital begann, und aus der sich das Welthaus Siemens und Halske entwickeln sollte, Telegraphenapparate, die niemand bestellt hatte, so fest waren ihre Inhaber davon überzeugt, dass die Apparate bald gebraucht werden würden. Dass sie sich nicht getäuscht hatten, beweist das jähe Emporblühen der Firma, die bald den Bau der gesamten russischen Linien übernahm, und die zwanzig Jahre später, bei dem Riesenunternehmen der telegraphischen Verbindung von London und Calcutta mit den Staaten, deren Territorien ihre Drähte zu durchziehen hatten, wie Macht mit Macht unterhandelte.

Siemens hat eigentlich nie Glück im gewöhnlichen Sinne des Wortes gehabt, er hatte mit Schwierigkeiten aller Art zu kämpfen — die opfervollen Lehrjahre für die Legung von Tiefseekabeln geben mehr wie einen Beleg für diese Behauptung. Aber er hatte „Glück im Unglück“, insofern jeder Misserfolg für ihn, den nie Wankenden, eine Quelle von Erfahrungen war, die später reiche Früchte trugen. Siemens war, wie er selber sagt, für die grossen Unternehmungen, deren Leitung ihm später oblag, von Natur wenig begabt, die Eigenschaften, die seine Erfolge zum Teil bedingten, unerschütterliche Ruhe und schnelle Entschlossenheit in kritischen Lagen waren die Resultate einer unermüdlichen Selbsterziehung. Was er begann, ergriff er mit voller Kraft; auch in dieser Hinsicht ein leuchtendes Beispiel für unsere so leicht zur Zerfahrenheit neigende Zeit. Ein fest in sich begründeter, ganzer Mann, des eigenen Wertes nicht unbewusst, der alle äusseren Ehren, die ihm reichlich zu Teil wurden, dankbar annahm, sich nie darum bewarb. Ein treuer Patriot, der an der grossen Zukunft seines Vaterlandes nie zweifelte, und redlich das Seine that, sie herbeizuführen. Ein edler Menschenfreund, dessen Hilfe nie vergeblich in Anspruch genommen wurde, wo es galt, Not zu lindern oder grosse gemeinnützige Zwecke zu fördern. Als solchen lernen wir Siemens aus seinen Lebenserinnerungen kennen, die abgesehen von den mannigfachen, man möchte sagen romanhaften Erlebnissen, die sie uns vermitteln, Jedem, der Sinn für die frische, ungekünstelte Äusserung einer edlen Natur hat, ungewöhnlichen Genuss bereiten werden.

H. Jahn.

Gemeinverständliche Vorträge aus dem Gebiete der Physik von Dr. Leonhard Sohncke, ord. Professor der Physik an der Technischen Hochschule zu München. Mit 27 Abbildungen im Texte. Jena, Verlag von Gustav Fischer. 1892. IV und 230 S. 4 M.

Das vorliegende Buch ist eine Sammlung von neun Vorträgen, welche teils in wissenschaftlichen und Bildungsvereinen, teils bei akademischen Feierlichkeiten gehalten und bis auf den siebenten schon in Zeitschriften veröffentlicht worden sind. Natürlich mussten dieselben zum Zwecke des Wiederabdruckes den Fortschritten der Wissenschaft entsprechend teilweise umgearbeitet werden. Mit Ausnahme des letzten Vortrages, welcher ein interessantes Gemälde der kurischen Nehrung mit ihren vorrückenden Sanddünen entrollt, und in welchem mehr der warm empfindende Naturschilderer als der Erklärer zu Worte kommt, sind dieselben von ausschliesslich belehrender Art. An der Spitze des Buches würden wir am liebsten den zweiten Vortrag sehen „Über den Zustand und die Ziele der heutigen Physik“, welcher in sehr lichtvoller Weise als die beiden Hauptaufgaben dieser Wissenschaft die Verfolgung des Satzes von der Erhaltung der Energie nach allen seinen Konsequenzen hin, sowie die Bearbeitung der Molekularphysik hinstellt. Noch in einigen der übrigen Vorträge spielt der Begriff des Arbeitsvermögens, den der Verfasser mit Recht als den wichtigsten der jetzigen Physik bezeichnet, eine Hauptrolle. So im ersten Vortrage „Was dann?“, wo im Anschluss an die Wahrscheinlichkeit einer dereinstigen Erschöpfung der Steinkohlenlager die übrigen Energiequellen besprochen werden. Ebenso handeln zwei andere Vorträge „Über Wellenbewegung“ und „Die Umwälzung unserer Anschauungen vom Wesen der elektrischen Wirkungen“ von den verschiedenen Formen der Energie, und zwar insofern dieselben auf Wellenbewegungen beruhen; dabei finden insbesondere auch die alten Anschauungen über die unvermittelte Fernwirkung, sowie die Hertz'schen Versuche über elektrische Schwingungen eine anregende Darstellung. Hingegen gehört der fünfte Vortrag dem Gebiete der Molekularphysik an. Unter dem Titel „Aus der Molekularwelt“ findet sich hier eine Zusammenstellung der Gründe, welche für die jetzt allgemein angenommene Struktur des Stoffes sprechen, sowie eine sehr verständliche Erörterung der kinetischen Gas- und Flüssigkeitstheorie. Hingegen will es uns scheinen, als ob die ziemlich ausführlich behandelte Besprechung der Natur der Krystalle, welche mit der Hypothese beginnt „ein Krystall ist ein endlicher Teil eines regelmässigen unendlichen Punktsystems“ in den Rahmen eines gemeinverständlichen Vortrages nicht recht hineinpasst. (Diese von dem Verfasser selbst herrührende Vorstellung findet sich übrigens auch in einigen Abhandlungen, sowie in einem besonderen Buche „Entwicklung einer Theorie der Krystallstruktur“ niedergelegt). — Die drei übrigen Vorträge beziehen sich sämtlich auf die Physik des Luftmeeres: „Einige optische Erscheinungen der Atmosphäre“, „Über das Gewitter“ und „Neuere Theorien der Luft- und Gewitter-Elektricität“. Besonders der letztgenannte Vortrag, welcher die diesbezüglichen, seit 1885 aufgestellten Hypothesen bespricht und sich an des Verfassers bekannte Schrift „Der Ursprung der Gewitterelektricität u. s. w., Jena 1885“ teilweise anlehnt, wird selbst das Interesse des Fachmannes fesseln. Das Buch enthält auch eine grosse Zahl historisch interessanter Angaben, sowie die Beschreibung mancher einfachen und sonst wenig üblichen Versuche. Kurz, es darf als eine wertvolle Bereicherung der populär-wissenschaftlichen Litteratur zum allgemeinen Gebrauche, insbesondere aber für die Schüler unserer obersten Klassen zum Privatstudium empfohlen werden.

J. Schiff.

Leitfaden der praktischen Physik. Mit einem Anhang: Das absolute Maasssystem. Von Professor Dr. F. Kohlrausch. Mit in den Text gedruckten Figuren. 7. vermehrte Auflage. XXIV und 432 S. Leipzig, B. G. Teubner, 1892. geb. M. 6,50.

Der Leitfaden ist seit Jahren in dem physikalischen Übungspraktikum vieler Hochschulen eingebürgert; mehr und mehr ist auch das Bedürfnis eigentlich wissenschaftlicher Messungen berücksichtigt worden, und andererseits haben auch die Einzelheiten der praktischen Technik (Behandlung der verschiedenen galvanischen Elemente u. s. w.) Aufnahme gefunden, so dass der Leitfaden als eine Einführung in die praktische Physik überhaupt gelten kann. Die neue Auflage enthält zahlreiche Zufügungen, u. a. über physikalisch-chemische Messungen, über Messungen an Dynamomaschinen und über elektrostatische Bestimmungen. Die Tabellen sind gleichfalls um eine grosse Zahl vermehrt, unter ihnen mögen die Tabellen der erdmagnetischen Constanten für 1893 besonders hervorgehoben sein. Dem Lehrer wird das Buch nicht nur bei eignen Untersuchungen, sondern auch bei der Auswahl messender Schülerversuche von Nutzen sein.

P.

Zeittafeln zur Geschichte der Mathematik, Physik und Astronomie bis zum Jahre 1500, mit Hinweis auf die Quellen-Litteratur. Von Dr. Felix Müller. Leipzig, B. G. Teubner, 1892. IV und 104 S. geb. M. 2,40.

Die Schrift ist ein überaus dankenswertes und unentbehrliches Hilfsmittel für jeden, der sich mit der Geschichte der mathematischen Wissenschaften beschäftigt. Die chronologische Anordnung ist nach Jahreszahlen getroffen, die der ungefähren Blütezeit der Schriftsteller oder Forscher entsprechen. Ein alphabetisches Register hilft zum schnellen Auffinden eines bestimmten Namens. Neben den wichtigsten Daten über die Leistungen und Schriften findet man Angaben über die Quellen-Litteratur, die um so willkommener sind, als es an einer zuverlässigen Uebersicht über die gesamte Litteratur der mathematischen wie der Naturwissenschaften noch immer fehlt. In den Angaben über die Originalschriften ist der Verfasser noch sehr zurückhaltend gewesen. (So ist um nur ein Beispiel herauszugreifen, zu Roger Bacon das *Corpus Majus* ed. Jebb genannt, die *Opera inedita* ed. Brewer dagegen nicht erwähnt.) Eine möglichst vollständige Zufügung der Quellenwerke (und ev. der Originalstellen) wäre als eine erwünschte Ergänzung zu begrüßen. P.

Kurzgefasste Geschichte der Dampfmaschine. Von F. Reuleaux. Mit 18 in den Text gedruckten Holzschnitten. Braunschweig, Vieweg und Sohn, 1891. 75 S. M. 1,—.

Die Schrift ist für den Unterricht von ganz besonderem Wert, weil sie die leitenden Gedanken bei der Erfindung und Vervollkommnung der Dampfmaschinen darlegt und überall auf den engen Zusammenhang hinweist, der zwischen der wissenschaftlichen Forschung und der erfindenden Technik besteht. Namentlich ist auch der Einfluss der Vorlesungen Joseph Blacks auf die Leistungen von James Watt gewürdigt. Gemäss den neueren Forschungen wird Papin in sein volles Recht eingesetzt als derjenige, der „den neuen Gedanken aus der Fülle der sich klärenden Erkenntnisse herauslöste und in bestimmte Form brachte“. Die Betrachtungen über das Verhältniss der Dampfmaschine zur Pumpe und über die „Haltungen“ bei der Wattschen Maschine sind geistvoll und lehrreich, von Interesse auch die Zusammenstellungen über die Entwicklung des Dampfmaschinenbetriebes bis heut und über den erreichten Wirkungsgrad. Die Bezeichnung *lift-tenter* (Hubspanner) für den Schwungkugelregulator erscheint dem Verfasser schwer deuthar; sollte sie nicht einfach auf die Beziehung hinweisen, die zwischen dem Heben des an der Axe befindlichen Schiebers und der im Abfliegen der Kugeln sichtbar werdenden Centrifugalspannung besteht? P.

Physikalisches Praktikum. Von August Bertram. Berlin, Nicolaische Verlagsbuchhandlung (R. Stricker), 1892. 92 S. M. 1,50.

Das dem Titel eigentlich nicht entsprechende Schriftchen soll den Kollegen des Verfassers „die Mühe abnehmen, in drei, vier Büchern nach geeigneten Experimenten zu suchen“. Zu dem Zweck sind aus einigen im Vorwort genannten Werken Versuche zusammengestellt und nach den Begriffen oder Gesetzen, zu deren Erläuterung sie bestimmt sind, angeordnet. Eine wirklich kritische Auswahl geeigneter Schulversuche wäre sicher ein verdienstliches Werk, ist aber nicht mit so leichter Mühe zu leisten. Die ausgewählten Versuche gehen auch vielfach über die Grenzen des für den Volksschulunterricht Brauchbaren hinaus. Von Interesse sind einige Versuche, die der Verfasser seiner Teilnahme an einem Experimentierkursus von Prof. Schwalbe in Berlin verdankt. Die Beschreibungen sind öfter so kurz, dass sie dem Unerfahrenen schwerlich eine ausreichende Hilfe beim Anstellen der Versuche gewähren. Man findet übrigens gleich auf den ersten beiden Seiten Versuche dafür, dass man „jeden Körper in kleinste Teile (Moleküle) zerlegen kann“ und dass „alle Körper porös sind“. Diese Beispiele zeigen, wie gering der Wert des experimentellen Materials ist, wenn ihm nicht die richtige Deutung zur Seite steht. P.

Lehrbuch der anorganischen Chemie mit einem kurzen Grundriss der Mineralogie. Von Prof. Dr. J. Lorscheid. Mit 229 in den Text gedruckten Abbildungen und einer Spektraltafel in Farbendruck. Zwölfte Auflage von Dr. J. Hovestadt. Freiburg im Breisgau, Herdersche Verlagshandlung 1892. M. 4,—, geb. M. 4,50.

Schon dass bereits die zwölfte Auflage des bekannten Buches erscheinen kann, zeigt, dass dasselbe an Brauchbarkeit nicht verloren hat. Es bringt den Stoff in systematischer Folge und überlässt dem Lehrer, methodisch die Anordnung und Auswahl zu treffen. Mit Recht sind die Formeln der Typentheorie, die auch für die organische Chemie einem jetzt verlassenen Standpunkt angehören, fortgelassen, wie denn auch in der Nomenklatur und dem Umfange der theoretischen Erörterungen das Buch sich jetzt in den beiden ersten Teilen mehr dem allgemein Gebräuchlichen anschliesst. Hervorzuheben ist, dass die allgemeine Chemie in einem

besonderen Abschnitt, nach Erörterung der chemischen Eigenschaften der Metalle, besprochen ist, während in der Einleitung nur die notwendigsten Grundbegriffe (Atom, Molekul etc.), vielleicht etwas zu kurz, gegeben sind. In dem Abschnitt der allgemeinen Chemie ist der Verfasser wohl über den Rahmen dessen, was in der Schule zur Betrachtung kommen kann, hinausgegangen, denn die Verhältnisse des osmotischen Drucks, der Dampfdruckverminderung und Gefrierpunktniedrigung von Lösungen sind noch nicht überall hinlänglich festgestellt. Enthalten doch gerade die Arbeiten über Dampfdruckerniedrigung (Emden, Tamman, v. Babo etc.) noch so manche Thatsachen, welche die in dieser Beziehung aufgestellten Gesetze nicht als solche erscheinen lassen, ebenso gehört nach vieler Ansicht die Theorie der elektrolytischen Dissociation nicht in ein für höhere Schulen bestimmtes Lehrbuch.

Im einem Anhang finden sich stöchiometrische Aufgaben, Maassanalyse und Maasse und Gewichte; drei Tabellen geben die wichtigsten Constanten der chemischen Elemente, die Löthrohrreaktionen und qualitative Analyse. Bei der Anordnung der Elemente ist die Einteilung in Metalloide und Metalle beibehalten; diese Gruppen für sich sind der Wertigkeit nach geordnet. Die Mineralogie ist vollständig von der Chemie getrennt und könnte als getrenntes Heft ausgegeben werden. Auch hier ist die gewöhnliche Anordnung beibehalten. (Allgemeine-spezielle Mineralogie.) In der speziellen Mineralogie ist eine Übersichtstabelle der wichtigsten Mineralien (geordnet nach dem chemischen System) an die Spitze gestellt, welche Namen, Zusammensetzung, Krystallsystem, spezifisches Gewicht und Härte der einzelnen Mineralien enthält; dieser Tabelle schliesst sich die ausführliche Beschreibung einiger Mineralien an. Diesen letzteren Teil, der nur die Beschreibung von Quarz, Opal, Kalkspat, Arragonit, der Feldspate und des Granats enthält, zu erweitern, scheint durchaus notwendig zu sein.

Schwalbe.

Lehrbuch der Mineralogie und Chemie in zwei Teilen. Von Prof. Dr. L. Weis. I. Teil. Allgemeine Chemie und Mineralogie. 298 Seiten, M. 2,80. II. Teil. Elemente und Verbindungen. 240 Seiten, M. 2,60. Bremen, Heinsius, 1891.

Das vorliegende Lehrbuch ist für höhere Schulen und zum Selbststudium bestimmt. Dreifach verschiedener Druck soll das Wesentliche, wie es einem Leitfaden zukommt, von den Erläuterungen, Versuchen, den weniger wichtigen Verbindungen und dem Geschichtlichen unterscheiden. Den neueren Lehrplänen gemäss, will der Verfasser die in der Natur vorkommenden Elemente und Verbindungen vom chemischen Standpunkt aus geordnet vortragen; und da die Mineralogie ohne Chemie nicht denkbar ist, so soll die allgemeine Chemie vorausgenommen werden. Er stellt sich damit in bewussten Widerspruch mit der heutigen Anschauung, dass das Allgemeine nur induktiv gelehrt werden dürfe. Er will aber nicht von den Stoffen, sondern von den Kräften ausgehen und meint, dass man auch so Induktion und Versuch nicht vermissen werde. Er begründet sein Vorgehen folgendermaassen: Wenn man von den Stoffen ausgeht, so werden einzelne physikalische und chemische Gesetze willkürlich an geeigneten Stellen besprochen, z. B. die Krystallographie bei den Metallen, weil deren Salze krystallisieren, das Gesetz von den multiplen Verbindungen beim Stickstoff, und doch müsse schon beim Schwefel gesagt werden, dass und wie er krystallisiert und beim Wasser müsse auch H_2O_2 erwähnt werden. — Gewiss wird man beim Schwefel dessen verschiedene Krystallformen erwähnen; dass man aber deswegen schon bei oder vor den Nichtmetallen „alle möglichen Krystallverhältnisse“ zu besprechen hätte, ist doch nicht notwendig. Im Gegenteil, je mehr sich das Auge gewöhnt hat, die Verschiedenheiten einzelner Krystalle wahrzunehmen, desto besser nachher für den eigentlichen Unterricht in der Krystallographie; und das Gesetz der multiplen Verbindungen wird jedenfalls auch stets in einer methodischen Einleitung durchgenommen, wenn nicht, dann bei der ersten Gelegenheit, wo solche Verbindungen vorkommen, warum also nicht beim H_2O_2 selbst?

Wie zu erwarten, ist der erste Teil der allgemeinen Chemie eher eine allgemeine Physik. Nach einigen allgemeinen Erörterungen über Raum, Stoff und Kraft kommt ein zweites Kapitel über Massenanziehung, ein drittes über die Cohäsionsformen (incl. Krystallographie, leider ohne jede Abbildungen), ein viertes und fünftes über physikalische Erscheinungen des Lichtes und der Wärme, ein sechstes über Änderung der Cohäsion, in denen von eigentlichen chemischen Erscheinungen und Versuchen so gut wie keine Rede ist. Erst im siebenten Kapitel über „Das chemische Verhalten der Wärme“ werden die wichtigsten einleitenden chemischen Versuche vorgeführt, die Zerlegung des Quecksilberoxyds, die Verbrennung einiger Elemente im Sauerstoff, die Zusammensetzung der Luft, des Wassers etc., d. h., der Verfasser schlägt nun ganz den gewöhnlichen Weg der Einleitung in die specielle Chemie ein, während doch Wärmebildung oder Wärmebindung bei jedem chemischen Prozess eintritt. Die allgemeinen Folgerungen sind mehrfach nicht erschöpfend;

so heisst es S. 77: „Auch die chemischen Stoffänderungen sind von Wärmeverbrauch bei Verdünnung und von Wärmeentwicklung bei Verdichtung von Stoffen begleitet.“ Bei den angezogenen Beispielen der Zersetzung des HgO und der Bildung von H_2O aus seinen Bestandteilen ist es wohl der Fall, aber z. B. nicht, wenn sich ein Volumen Chlor mit einem Volumen Wasserstoff ohne Verdichtung unter Freiwerden von Wärme zu 2 Volumen Chlorwasserstoff vereinigt. Der Abschnitt über die trockene Destillation organischer Körper (vom Verfasser „Verbrennung bei Luftabschluss“ genannt) über Verwesung, Fäulnis und Verbrennung derselben erfordert zu seinem Verständnis schon ein beträchtliches Maass chemischer Kenntnisse und dürfte sich kaum (wie S. VII empfohlen wird) zur ersten Einleitung eignen. Die Bestimmung des Sauerstoffgehalts der Luft durch Pyrogallussäure und Natriumhydroxyd lässt jeden Hinweis auf das chemische Verhalten der Wärme vermissen.

Noch loser ist im 9. Kapitel der Zusammenhang zwischen chemischen und elektrischen Erscheinungen. Weil der elektrische Strom Verbindungen zersetzt, werden hier die Volumverhältnisse gasförmiger Verbindungen durchgenommen. Es gilt S. 107 das „elektrolytische Gesetz“: „Werden die Bestandteile einer Verbindung in Gasform frei, so zerfällt sie in unveränderliche Raumverhältnisse“. Schlimmer ist das auf der folgenden Seite gegebene „Elektrische Gesetz der Verbindung“, unter welches die bekannten Eudiometerversuche ($H_2 + O$, NH_3 , $C + O_2$, $S + O_2$) fallen, in welchen zufällig die Wärme des elektrischen Funkens zur chemischen Verbindung oder Zersetzung benutzt wird. — In Wahrheit giebt es nur ein elektrolytisches Gesetz, nämlich, dass der Elektrolyt durch den elektrischen Strom zersetzt wird, und dass bei verschiedenen Elektrolyten durch gleiche Elektrizitätsmengen äquivalente Mengen des Anion oder Kation ausgeschieden werden. Alles übrige ist eine notwendige Folge aus den chemischen Grundgesetzen, und es dürfte sich unter allen Umständen empfehlen, darauf hinzuweisen, dass sich die Gesetze der Volumverhältnisse auch ohne jede Hilfe der Elektrizität nachweisen lassen. In demselben Kapitel sehen wir, dass die Vorliebe für allgemeine Sätze zu argen Fehlern verleitet. „Bei der Zersetzung (der Gase) tritt eine Verdoppelung des Raumes ein“. Es giebt aber CO_2 unter gewissen Bedingungen $CO + O$, d. h. sein Volumen wird nur $\frac{3}{2}$ mal so gross. (Hofmann, *Berichte d. chemisch. Ges.* 1890, S. 3303)

Erst im 13. Kapitel wird der Unterschied zwischen Mischung und Verbindung erörtert; in dem 14.: Über die chemische Natur der mineralischen Verbindungen, ebenso in 16.: Gesetze der chemischen Verbindungen, muss natürlich Vieles aus den früheren Kapiteln bekannte wiederholt werden und man versteht eigentlich nicht, warum der Verfasser nicht gleich im Anfang von diesen Erörterungen über die Constanz der Verbindungsgewichte etc. ausgegangen ist, anstatt uns den langen Umweg über allerhand, hin und wieder auch chemische Vorgänge einleitende Kräfte machen zu lassen. Anerkennenswert ist jedenfalls der Gedanke, der sogenannten physikalischen Chemie auch in einem für die Schule bestimmten Lehrbuch grössere Geltung zu verschaffen, doch müsste dieselbe dann übersichtlicher behandelt werden und nicht zugleich dem Zweck einer Einführung in die spezielle Chemie dienen.

In der sehr ausführlichen Mineralogie hat der Verfasser, wie schon oben erwähnt, eine rein chemische Anordnung nach den Elementen gewählt. Dieser Weg hat ja manches für sich, andererseits sind aber dann Wiederholungen unvermeidlich, isomorphe Gruppen werden auseinandergerissen und der Willkür wird freierer Spielraum gelassen. So bringt der Verfasser die Phosphate wie die meisten Salze bei den Metallen, die Arsenate, Borate und Chromate aber bei Arsen, Bor und Chrom. Die Sulfide stehen bei den Metallen, die Arsenide und die sulfarsensauren Verbindungen beim Arsen, Fahlerz und Rotgiltigerz aber wieder beim Silber. Der Mangel an Übersichtlichkeit wird dadurch noch fühlbarer gemacht, dass in beiden Bänden nur eine Inhaltsangabe, aber kein vollständiges Sachregister zu finden ist. — In Bezug auf die ganz kurz gehaltene Gesteins- und Formationslehre sei nur erwähnt, dass die ersten Fische nicht im Devon sondern schon im oberen Silur auftreten (S. 295), und dass in der Mark Brandenburg zwar manche Oligocän-Lagerstätten vorkommen, dass aber das bekannte Rüdersdorf (Muschelkalk) und Sperenberg (wahrscheinlich Zechstein) nicht zu ihnen gehören (S. 298).

Der zweite Band enthält als drittes Buch auf 240 Seiten eine recht ausführliche systematische Chemie der Elemente und ihrer Verbindungen. Der Lehrer findet hier eine Fülle von brauchbarem Stoff aus der technischen Chemie, aus der Physiologie und der Geschichte, und der Schüler wird diesen Theil nicht bloß als einen Leitfaden bei Repetitionen, sondern auch als ein in den meisten Fällen ausreichendes Handbuch gebrauchen können. Einige erläuternde Illustrationen und ein Sachregister würden auch ihm zum Vorteil gereicht haben.

Arthur Krause.

Programm-Abhandlungen.

Ziele und Wege des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Von Dr. H. Reichenbach. Adlerflychtschule (R. G. mit siebenjährigem Kursus) in Frankfurt a. M. Ostern 1892. Pr. Nr. 407. 50 S.

Der Verfasser spricht sich auf Grund fünfundzwanzigjähriger Praxis über den gesamten naturwissenschaftlichen Unterricht aus. Er bietet namentlich für den biologischen Unterricht eine Fülle von Erfahrungen und beachtenswerten Urteilen. Auch in dem, was er über den physikalisch-chemischen Unterricht sagt, ist durchweg der erfahrene und besonnene Pädagoge zu erkennen. In der Physik schreibt er dem Lösen von Aufgaben einen ausserordentlich bildenden Wert zu, ebenso den schriftlichen Klassenübungen, findet aber für beide die Zeit nicht ausreichend. Dagegen empfiehlt er das Zeichnen von Apparaten und Versuchen, wovon die Skizzen schon in Sekunda in einem besonderen Heft entworfen und vom Lehrer verbessert werden. Es gelingt ihm selbst minder veranlagte Schüler zu erträglichen Leistungen zu bringen. In Prima werden daneben auch Konstruktionsaufgaben ausgeführt. Der Verfasser warnt ferner, besonders für den Anfang, vor leicht versagenden Experimenten, die den Schüler nur verwirren und ihm das Vertrauen nehmen. Für die Chemie giebt er dem Lehrgange von Arendt den Vorzug. P.

Die Grundlehren der mathematischen Geographie für die mittleren Klassen höherer Lehranstalten. Von Hugo Salomon. Herzogl. Gymnasium zu Holzminden, Ostern 1892. Pr. No. 693. 28 S. 80.

Die Abhandlung bietet eine wohlüberlegte Auswahl des für die mittleren Klassen geeigneten Stoffes; sie beginnt mit einer eingehenden Behandlung des ptolemäischen Standpunktes, also der Betrachtung der scheinbaren Bewegungen, völlig im Einklang mit der in dieser Zeitschrift mehrfach, besonders von A. Höfler vertretenen Auffassung, und geht dann zu dem kopernikanischen System über. Den Wert einer solchen Behandlung findet der Verfasser mit Recht darin, dass eine blosse Aufzählung der Thatsachen vermieden wird, und dass es dem Schüler vorkommen muss, als ob er ein Problem selbst löse. Die Erfahrung hat ihm bestätigt, dass die Obertertianer durchaus dieser Aufgabe gewachsen waren. Im I. Abschnitt wurden nacheinander behandelt: Anblick des Himmels, scheinbare tägliche Drehung der Himmelskugel, scheinbare tägliche Bewegung der Sonne, Zeit- und Längenunterschied zweier Orte der Erde, scheinbare jährliche Bewegung der Sonne, Verteilung von Tag und Nacht auf der Erde, Verteilung der Wärme auf der Erde, Kalender, scheinbare Bewegung des Mondes; in Abschnitt II: Die Sonne, die Planeten im allgemeinen, die Erde, die Monde der Planeten; in Abschnitt III: Die wahren Bewegungen der Erde und die Beweise dafür; die Folgen der doppelten Bewegung der Erde; die wahren Bewegungen des Mondes und die Beweise dafür, die Mondphasen und Gezeiten, die Finsternisse. P.

Die Hygiene als Teil des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Von Dr. Wilhelm Breslich. Luisenstädtisches Realgymnasium. Ostern 1892. Pr. No. 98. 34 S.

Die Unterweisung in der Gesundheitslehre wird von dem Verfasser mit Recht nicht als besondere Disziplin, sondern als eine vornehmlich dem naturwissenschaftlichen Unterricht zufallende Aufgabe behandelt. Er deutet für die unteren Klassen die hygienischen Gesichtspunkte an, die bei dem zoologischen und botanischen Unterricht zur Sprache gebracht werden können. Aus dem für die Mittelklassen geeigneten Pensum werden drei Abschnitte ausführlicher behandelt: Die parasitischen Würmer, die Spaltpilze, Ernährung und Nahrungsmittel. Als Material für die oberen Klassen werden namentlich folgende Gegenstände vorgeführt: Beleuchtung, Witterung und Klima, Kleidung, Temperaturverhältnisse der Wohnräume, Luft, Wasser. Auch dass im chemischen Unterricht auf die Giftigkeit mancher Stoffe nachdrücklich hinzuweisen ist, wird hervorgehoben. Die Wichtigkeit der Sache lässt es erwünscht erscheinen, dass derartige im Geist der neuen Lehrpläne dargebotene Anregungen recht eingehende Beachtung finden. P.

Die Verteilung der Elektrizität auf der Fusspunktsfläche einer Kugel. Mit einer Figurentafel. Von Dr. Karl Baer. Realgymnasium zu Frankfurt a. O. Ostern 1892. Pr. No. 104.

Die Fusspunktskurven eines Kreises sind, je nachdem der Pol, von dem aus sie entworfen werden, ausserhalb, innerhalb oder auf dem Kreise liegt, Pascalsche Schneckenlinien erster und zweiter Art oder Kardioiden. Der erste Abschnitt der vorliegenden Abhandlung behandelt die wichtigsten Eigenschaften dieser Kurven, ihren Zusammenhang mit den Steinerschen Kreisscharen und anderen Koordinatensystemen u. s. w. Der zweite Abschnitt untersucht die Verteilung der Elektrizität auf den Fusspunktsflächen einer Kugel, d. h. auf den Umdrehungsflächen, die entstehen, wenn die genannten ebenen Gebilde um ihre Axe rotieren; wobei aus äusseren Gründen die Beschränkung gemacht wird, dass keine äusseren Kräfte wirken. Die Physik dient hier zum Ausgangspunkt für sehr interessante und gelehrte Untersuchungen, die als Anwendungen der Funktionentheorie mathematischen Wert besitzen

H. Hahn-Muchenheimer, Berlin.

Versammlungen und Vereine.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin.

Sitzung am 21. Oktober 1892. Herr W. Jäger berichtete nach gemeinsam mit Herrn D. Kreichgauer angestellten Versuchen über den Temperaturefficienten des elektrischen Widerstandes des Quecksilbers. Die Methoden waren die des „übergreifenden Nebenschlusses“ von F. Kohlrausch, und die einer Wheatstoneschen Doppelbrücke. Die Versuche wurden mit sechzehn Kopieen des Siemensschen Normalwiderstandes angestellt, die aus Jenaer Glas bestanden, in Vakuum gefüllt und völlig zugeschmolzen waren. Mit den neuesten Messungen von Guillaume (*C. R. t. 115, 1892*) stimmen die Resultate sehr gut überein. Das Verhältnis W_t / W_0 ergab sich z. B. bei 20° zu 1,01816, bei 30° zu 1,02761. Vgl. *Wied. Ann. 47, 513, 1892*. — Herr L. Arons sprach über einen Quecksilberlichtbogen. Er bediente sich dazu Π förmiger Glasröhren von 2 cm Durchmesser und ca. 6 cm Schenkellänge, die an den Enden geschlossen und mit eingeschmolzenen Platindrähten versehen waren. An der Biegung war ein engeres Glasrohr angesetzt, durch das die Verbindung mit der Quecksilberpumpe wie mit Entwicklungsapparaten etc. hergestellt werden konnte. Die Schenkel tauchten zum Zweck der Kühlung in Gläser mit Quecksilber, durch die auch die Stromzuleitung erfolgte. Der Lichtbogen kommt zu Stande, wenn man den Apparat mit einer stärkeren Stromquelle (30 Akkumulatoren) verbindet, durch Neigen oder Schütteln einen kurzen Kontakt zwischen dem Quecksilber in den beiden Schenkeln herstellt und den Apparat sodann vertikal stellt. Zur Herstellung des Bogens reichen 50 Volt eben hin, obwohl die grösste Potentialdifferenz an den Quecksilberelektroden nur 17,5 Volt beträgt. Das Licht war intensiv grünlich-weiss und trotz des kontinuierlichen Eindrucks discontinuierlich, wie durch das Telephon zu erkennen war. Wenn der Apparat in ein grosses Gefäss gesetzt war, konnte man den Bogen mit 9—10 Amp. stundenlang erhalten. Das Licht war auch stark genug, um selbst bei sehr starker Vergrösserung das Spectrum objektiv zu zeigen. Der Vortragende hat auch eine Messung des Spectrums des Quecksilberlichtbogens ausgeführt, dessen Linien von ausserordentlicher Stärke waren; ausser den von Kayser und Runge im sichtbaren Spectrum gemessenen 13 Linien gelang es ihm noch 20 weitere festzulegen.

Verein zur Förderung des physikalischen Unterrichts in Berlin.

Sitzung am 21. November 1892. Herr E. Ernecke führte Drehstromapparate zur Veranschaulichung des Tesla- und des Ferraris-Motors vor (*d. Zeitschr. V 189, VI 53*). Unter den Versuchen fand die Darstellung der magnetischen Kraftlinien wegen der deutlichen Ausbildung der vier Nebenfelder besondere Beachtung. — Herr Heitchen erläuterte einen von ihm ersonnenen Rechenschieber, der es ermöglicht, aus der Beobachtung einer ungeraden Anzahl von Umkehrpunkten den Nullpunkt einer Wage mechanisch zu bestimmen. Herr Koppe machte darauf aufmerksam, wie man zur Zeit die Planeten Ceres und Vesta, den Neptun und den neuen Kometen mit einem Opernglase auffinden könne.

Sitzung am 5. Dezember 1892. Herr Poske führte eine Reihe von Versuchen zur Einführung in die Hydrostatik vor, wodurch die übliche Voranstellung des Prinzips der allseitigen Druckfortpflanzung vermieden und eine allmähliche Entwicklung der hydrostatischen Grundbegriffe an der Hand von Beobachtungen und Versuchen erzielt wird. Derselbe demonstrierte eine Reihe neuerer Unterrichtsapparate.

Correspondenz.

Zu dem Aufsatz von BRUNO KOLBE „Ein Demonstrationsbarometer“ im 1. Hefte des laufenden Jahrganges S. 31 ersucht uns Herr Ernst Schulze in Strausberg um Aufnahme folgender Mitteilung: „Schon im Jahre 1885 habe ich ein Demonstrationsbarometer in Nr. 43 der Zeitung für das höhere Unterrichtswesen Deutschlands bekannt gemacht. Während Herrn Kolbes Demonstrationsbarometer sich als ein Gefässbarometer ohne Stativ darstellt, ist das meinige ein Heberbarometer an einem Brette, mittelst dessen der Apparat an die Wand gehängt werden kann. Die Ausführung habe ich Herrn Ferd. Ernecke in Berlin S.W. übertragen, von dem eine ganze Reihe von Schulen den Apparat bezogen hat. Von demselben sind auch Sonderabdrücke des erwähnten Aufsatzes, welcher die Gebrauchsanweisung meines Demonstrationsbarometers und des Heberapparates enthält, zu beziehen.“

