

Zeitschrift

für den

Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XI. Jahrgang.

Erstes Heft.

Januar 1898.

Zum Beginn des zweiten Jahrzehnts.

Vom Herausgeber.

Mit dem vorliegenden Heft tritt die Zeitschrift in das zweite Jahrzehnt ihres Bestehens ein. Der Anklang, den sie nicht nur in Deutschland und Österreich, sondern auch in Ländern fremder Zunge gefunden hat, darf als Zeugnis dafür angesehen werden, daß sie ihre Aufgabe richtig erkannt und im ganzen auch die rechten Wege eingeschlagen hat.

Es sei gestattet, an die leitenden Gesichtspunkte zu erinnern, die dem Herausgeber bei Gründung der Zeitschrift vorschwebten.

Es handelte sich an erster Stelle um den humanistischen Charakter des physikalischen Unterrichts. Es war als Ziel dieses Unterrichts bezeichnet worden, nicht bloß die Kenntnis von Thatsachen zu übermitteln, sondern auch Einsicht in die Herkunft dieser Kenntnis und in die geistigen Prozesse zu gewähren, durch die solche Kenntnis gewonnen wird. Durch eine derartige Einführung sollten an dem „denkbar einfachsten Stoff die denkbar exaktesten Methoden geübt“ und so eine Anschauung davon erzeugt werden, wie Wissen von wirklichen Dingen überhaupt zustande kommt. Es durfte die Behauptung ausgesprochen werden, daß vermöge dieser Leistung die Physik hinter keinem anderen, in engerem Sinn humanistisch genannten Unterrichtsgegenstände an Bildungswert zurückstehe, ja daß hierin kein anderer Gegenstand der Physik gleichkomme.

Eine Durchsicht der jetzt abgeschlossenen zehn Jahrgänge der Zeitschrift wird erkennen lassen, daß in den verschiedensten Richtungen und mit Erfolg an der Verwirklichung des bezeichneten Gedankens gearbeitet worden ist.

Neben dem humanistischen Gedanken und in engster Verbindung mit ihm kann nicht nachdrücklich genug betont werden, daß der physikalische und chemische Unterricht auf die Gewinnung eines sicheren Wissens von Dingen und Vorgängen der Wirklichkeit abzielt.

Bei Fernerstehenden herrscht vielfach die Meinung, daß unsere Naturerkenntnis einem stetigen Wandel der Ansichten und Theorien unterworfen sei, und daß insbesondere auch die physikalischen Lehren ein schwer entwirrbares Geflecht von Hypothesen und Thatsachen darstellen. Es läßt sich nicht leugnen, daß der Unterricht an dieser Meinung einige Schuld trägt. Häufig genug ist, in Lehrbüchern wie im mündlichen Vortrag, nicht genügend unterschieden worden, was hypothetisch und was thatsächlich ist. Aus den Unterrichtsstunden eines der hervorragendsten Lehrer, der vielen vorbildlich geworden ist, wird manchem noch erinnerlich sein, welche oft recht seltsame Rolle die Atome bei der Erklärung physikalischer Erscheinungen spielten. Da wurde ferner bei Besprechung der elektrischen Influenz den Schülern ohne Bedenken gesagt: Ihr müßt Euch vorstellen, daß in dieser Messingkugel unzählige Millionen Liter ungeschiedener Elektrizität enthalten sind. Ebenso wurde in der

Lehre vom galvanischen Strom von den beiden mit unbegreiflicher Geschwindigkeit durch die Materie des Drahtes und durcheinander hindurchströmenden elektrischen Flüssigkeiten wie von leicht begreiflichen Dingen gesprochen. Wie leicht Hypothesen für Thatsachen dargeboten werden, zeigt auch das Beispiel der Fernwirkung; es ist fast allgemein üblich zu sagen: die Himmelskörper ziehen einander an mit einer Kraft, die in direktem Verhältnis zu den Massen und in umgekehrtem Verhältnis zu dem Quadrat der Entfernung steht. Richtiger und auch der Newtonschen Auffassung gemäßer wäre es zu sagen: die Himmelskörper bewegen sich so, als wenn sie sich anzögen u. s. w. Ähnliches dürfte auch bei der neuerdings viel umstrittenen Frage, in welchem Umfange die Kraftlinien in den Unterricht einzuführen seien, in betracht kommen. Es ist nicht wünschenswert, daß hypothetische Vorstellungen in dem Kopfe des Lernenden das Gepräge von Wirklichkeiten annehmen; der unreife Geist vermag nicht die feine Unterscheidung zu fassen, die der wissenschaftlich Gebildete macht, wenn er von Kraftlinien spricht als wenn sie Realitäten wären, und sich doch dabei der abstrakten Natur dieser Gebilde bewußt bleibt. Die weitere Klärung der Ansichten darüber, wieviel von solchen Vorstellungen und in welcher Form es den Schülern geboten werden dürfe, wird auch in dem jetzt anhebenden Jahrzehnt eine der wichtigsten Aufgaben der Zeitschrift bilden.

Soll der Physikunterricht den Sinn für das Thatsächliche ausbilden, soll er zu einem sicheren Wissen von der Wirklichkeit führen, so hat er aufs schärfste auseinanderzuhalten, wie weit unsere Gedanken über Dinge und Vorgänge einem thatsächlichen Zusammenhange entsprechen, und wie weit sie einestheils bloße Hilfsbegriffe, andernteils Gleichnisse oder Hypothesen sind. —

Es ist von einigen Seiten gegen die Zeitschrift der Vorwurf erhoben worden, daß sie die Grenzen des Schulmäßigen und für die Schule Verwertbaren weit überschreite, und sich nicht vielmehr enger dem Standpunkt des elementaren Unterrichts anpasse. Aber die Zeitschrift will, wie schon früher einmal (V 92) hervorgehoben, den verschiedensten Ansprüchen genügen, sie will insbesondere mit der Vorführung experimenteller Hilfsmittel den Bedürfnissen der Hochschule wie der Elementarschule, des Gymnasiums wie der Realschule und der technischen Fachschule dienen, und muß einer jeden von ihnen überlassen, zu entscheiden, was aus dem Dargebotenen für ihre besonderen Zwecke verwendbar ist. Gerade diese Verbindung der verschiedenen Richtungen hat sich als besonders anregend und fruchtbar für jede der genannten Unterrichtsstufen erwiesen. Insbesondere möchten wir für den sogenannten Mittelschulunterricht die Förderung nicht missen, die ihm aus der Kenntnis der Methoden und Einrichtung der Hochschulen wie auch der technischen Fachschulen erwächst. Wir sind der Überzeugung, daß auch dieser Unterricht aus der Fülle und aus der Tiefe schöpfen muß, wenn er seiner Aufgabe gerecht werden will. Es könnte die Erreichung der letzten und höchsten Ziele des physikalischen, wie jedweden Unterrichtes nur beeinträchtigen, wenn man gegenüber der allgemein-pädagogischen Vorbildung des Lehrers die Fachbildung geringer schätzen, oder gar an stelle eindringenden Fachwissens sich mit einem seichten Halbwissen zufrieden geben wollte.

Allerdings ist die Befürchtung nicht ganz unberechtigt, daß mit der gründlichen Ausbildung der Lehrer des Faches leicht auch die Grenze des auf der Schule zu behandelnden Stoffes nach oben hin verschoben wird. Die Gefahr ist aber nicht allzu groß, da schon die beschränkte Zahl der Unterrichtsstunden an der Mehrzahl der Lehranstalten eine genügende Dämpfung jedes solchen Strebens bewirkt. Auch wäre, wie die Erfahrung in anderen Unterrichtsgegenständen zeigt, eher ein Gewinn als eine

Schädigung zu erwarten, wenn ab und zu ein für ein Einzelgebiet besonders interessierter Lehrer darauf einen mehr als verhältnismäßigen Teil der verfügbaren Zeit verwendete; der Vorteil intensiveren Eindringens wird, besonders auch in erzieherischer Hinsicht, den Mangel eines abgerundeten encyklopädischen Wissens mehr als aufwiegen. Aber freilich wird sich die Zeitschrift der Aufgabe nicht entziehen können, zu untersuchen, was an physikalischem Lehrstoff als normativ anzusehen und wie im besonderen das Unterrichtsgebiet der höheren Schulen gegen das der Hochschulen am zweckmäßigsten abzugrenzen ist.

Eine solche Abgrenzung ist namentlich im Hinblick auf das Lehrbuch dringend erforderlich. Zwar ist die Zeit vorüber, wo man das Lehrbuch als das vortrefflichste ansah, das die größte Fülle empirischen — und theoretischen — Materials enthielt. Aber es besteht noch vielfach die Neigung, den Charakter des Schullehrbuches mit dem des Leitfadens für Universitätsvorlesungen zu vermischen. Es soll alles berührt werden, alles dagewesen sein. Daher werden ganze Gebiete, die besser der Hochschule vorbehalten blieben, obenhin gestreift. Am schlimmsten steht es dann, wenn der Lehrbuchverfasser, was er gestern erst gelernt, heut schon lehren will. Der Vorwurf der Oberflächlichkeit trifft im besonderen auch manche der Leitfäden für die Unterstufe, in denen aus Mißverständnis des in den neueren Lehrplänen Vorgeschriebenen ein hastiges und äußerliches Durchstümpfern durch das ganze Gebiet beliebt wird. Andererseits verführt auch das Bestreben, den Stoff methodisch zu gestalten, leicht zu Mißgriffen. Ein gutes Lehrbuch muß schon in der Auswahl des Stoffes den methodischen Gesichtspunkt erkennen lassen, ohne daß die Methode selbst sich als ein Zwang für den Lehrer fühlbar machen darf. Wir wollen nicht mit der Ansicht zurückhalten, daß wir die Lehrbücher von MACH in ihrer ursprünglichen Form noch immer als vorbildlich ansehen und auf dem Wege, den sie eingeschlagen haben, die Lösung der Aufgabe erwarten. —

Was wir von dem physikalisch-chemischen Unterricht fordern und was durch ihn zuwege gebracht werden soll, ist ein Zweifaches: Wahrhaftigkeit gegenüber dem Wirklichen, und Sinn für strenges wissenschaftliches Denken. Nur bei einer dementsprechenden Gestaltung wird der Physikerunterricht seine im höchsten Sinne bildende Kraft erweisen und sich die ihm gebührende Wertschätzung sichern. In dem Streben nach dem hierdurch bezeichneten Ziele wird die Zeitschrift auch im neuen Jahrzehnt ihrer bisherigen Haltung treu bleiben.

Bemerkungen über die historische Entwicklung der Optik.

Von

Prof. E. Mach in Wien.

Durch elementare und populäre Darstellungen der Optik entsteht zuweilen der Anschein, als ob in dem glücklichen Einfall, daß das Licht eine Wellenbewegung sei, mit einem Mal der Schlüssel zum Verständnis der Optik gefunden worden wäre. Das Experiment hätte nach dieser Auffassung nur noch die Aufgabe gehabt, die Folgerungen aus dieser Hypothese zu prüfen, bzw. zu bestätigen, und die Wahrscheinlichkeit derselben zusehends zu erhöhen; die Hypothese bliebe aber eigentlich doch nur eine Hypothese. Der wirkliche Entwicklungsgang war, wie jeder Kenner der Geschichte weiß, und wie ich dies in meinen Vorlesungen (seit 1870) stets dargelegt

habe¹⁾, ein wesentlich anderer. Die Erkenntnis der einzelnen Eigenschaften des Lichtes ist den Forschern, man möchte fast sagen gegen ihren Willen, im Laufe der Jahrhunderte sehr langsam und allmählich durch die Thatsachen abgezwungen worden. Diese so gefundenen Eigenschaften sind, nicht einzeln und nicht in ihrer Verbindung, irgend etwas Hypothetisches, sondern sie sind ganz im Sinne NEWTONScher Forschungsziele durchaus thatsächliche Eigenschaften des Lichtes. Eine „*working hypothesis*“, welche aus der Beachtung von Ähnlichkeiten im Verhalten des Lichtes mit anderen bekannteren Vorgängen sich ergab, ist ja der Forschung behülflich gewesen; indem aber die einzelnen Ähnlichkeiten und Unähnlichkeiten mit anderen Vorgängen bestimmt hervortraten, wurden dieselben zu ebenso vielen thatsächlichen begrifflichen Bestimmungen des Lichtes. Insbesondere wer die heutige Lichtlehre betrachtet, hat durchaus nicht nötig, irgend welche fremdartige überflüssige, nicht thatsächlich nachgewiesene Eigenschaften dem Licht anzudichten. Bei dieser Auffassung gewinnt auch NEWTONS Stellung wesentlich an Wertschätzung. Wenn NEWTON oft als Gegner der Undulationstheorie bezeichnet wird, dessen Autorität die spätere Entwicklung der Optik gehemmt hat, so muß man vielmehr sagen, daß dieselbe nur durch Jene gehemmt worden ist, welche sich NEWTONS Handwerkszeug, nicht aber dessen Forschungsweise angeeignet hatten²⁾.

Es sind nicht die einfachsten Lichtphänomene, welche sich dem Beobachter zunächst darbieten, sondern verhältnismäßig zusammengesetzte Erscheinungskomplexe, die sichtbaren Körper, die an die leuchtenden Körper gebundenen, in rauchiger oder staubiger Luft sichtbaren geradlinigen „Strahlen“ mit den unverkennbar damit zusammenhängenden Schatten u. s. w. Die Einseitigkeit, Polarität im MAXWELLSCHEN Sinne³⁾, enthüllt sich bei einem solchen Strahl schon durch Einbringen eines dunklen Körpers in denselben, welcher zwischen sich und dem leuchtenden Körper die Eigenschaften des Strahles bestehen läßt, auferhalb dieser Strecke aber zum Erlöschen bringt. Die Beobachtungen von RÖMER bis FOUCAULT sind nur nähere quantitative Bestimmungen dieser Polarität, indem sie den Sinn und die „Geschwindigkeit der Lichtfortpflanzung“ ermitteln. Die Möglichkeit, den Querschnitt eines solchen Strahles ohne wesentliche Änderung der Eigenschaften sehr zu verkleinern, führt durch Absehen von der Größe des Querschnittes überhaupt, durch Idealisierung der Thatsache, zum Strahlenbegriff der geometrischen Optik, und zur Symbolisierung durch eine geometrische Gerade. Hieran schlossen sich die Beobachtungen der Reflexion und Brechung mit deren geometrischen Symbolisierungen.

NEWTON erkennt zuerst, daß der Strahl in einer Superposition vieler verschiedener Erscheinungen besteht, wegen deren Unveränderlichkeit und Beständigkeit er sich für berechtigt erachtet, als deren Grundlage ebensoviele Substanzen anzusehen. Dies trifft auch zu, wenn wir den Substanzbegriff in der allgemeineren und abstrakteren Weise fassen, wie dies anderwärts geschehen⁴⁾ ist.

¹⁾ Eine kurze Andeutung meines Standpunktes findet sich in meiner Abhandlung: Neue Versuche zur Prüfung der Dopplerschen Theorie. Sitzungsber. d. Wiener Akad. m.-n. Kl. II. Abt. Bd. 77, S. 307 u. f. f. (1878).

²⁾ Ich möchte hier als sehr lehrreich empfehlen die Abhandlung von F. Hillebrand, Zur Lehre von der Hypothesenbildung. Sitzungsber. d. Wiener Akad. phil.-hist. Klasse. Bd. 134 (1896). Die wenigen Punkte, welchen ich nicht ganz zustimmen kann, werden bei anderer Gelegenheit zur Sprache kommen.

³⁾ Maxwell, Electricity, Vol. II. S. 7.

⁴⁾ Principien d. Wärmelehre, S. 422 u. f. f.

Es ist eigentümlich, daß, während HUYGENS die Übereinstimmungen der Licht- und Schallfortpflanzung auffallen, NEWTON gerade durch die Unterschiede beider (Fehlen des Schallschattens, starke Schallbeugung) verhindert wird, die Übereinstimmungen zu würdigen. Dafür enthüllt sich ihm, wie schon vorher GRIMALDI, die Periodicität des Lichtstrahles, welche HUYGENS trotz der ihm geläufigen Analogie zwischen Licht und Schall vollkommen entgangen war, durch die bekannten Versuche über die Farben dünner Plättchen. Und auch die Zusammensetzung des weißen Lichtes aus einer großen Anzahl verschiedener Bestandteile ungleicher Periode (und Farbe) zeigt sich hier wieder, und wäre zweifellos bei diesen Versuchen gefunden worden, wenn sie nicht vorher schon bekannt gewesen wäre. Die von NEWTON erkannte und quantitativ bestimmte Periodicität, die, mit RÖMERS Beobachtungen zusammengehalten, als eine zeitliche und räumliche aufgefaßt werden muß, ist durchaus nichts Hypothetisches.

Was NEWTON übersehen hatte, daß zwei Strahlen zusammentreffen müssen, um die Erscheinungen am Farbenglase darzubieten, legte erst TH. YOUNG vollkommen klar. Er erkannte, daß die periodischen Eigenschaften der Strahlen sich wie positive und negative Größen verhalten, die sich algebraisch summieren. Dies ist, von allen Bildern abgesehen, der wesentliche begriffliche Gehalt des Youngschen Prinzipes der Interferenz. Ohne sonderliche Schwierigkeit hätte YOUNG auch durch bloße Versuche darthun können, daß im homogenen (einfarbigen) Lichtstrahl die quantitative Periodicität durch die einfache Form $a \cdot \sin(r\varphi)$ bestimmt ist.

In Bezug auf die Periodicität tritt noch eine ergänzende Einsicht bei FRESNEL klar hervor, die wir bei YOUNG kaum angedeutet finden. FRESNEL sieht nämlich, daß die Periodicität keine vollkommen regelmäßige ist (wie etwa bei den Schwingungen einer Stimmgabel), da verschiedene Lichtquellen miteinander keine sichtbare Interferenz geben. Die Phasenstörungen verschiedener Lichtquellen finden in verschiedener Weise statt, sie sind durch kein Gesetz aneinander gebunden, sind von einander unabhängig. Erst später hat BILLET das Verhältnis solcher Lichtquellen ausdrücklich bezeichnet, indem er dieselben incoherent genannt hat. STOKES nennt dieselben independent.

Schon bei HUYGENS' Versuchen über die Doppelbrechung des isländischen Kalkspats war es hervorgetreten, daß die Eigenschaften der beiden den Doppelspat verlassenden Strahlen nicht durch ihre Richtung allein sich bestimmen. NEWTON erkannte das ungleiche Verhalten der verschiedenen Seiten eines solchen Strahles. Aber erst als sich MALUS, durch einen Zufall, diese Erscheinung bei Reflexion des Lichtes an Glas in neuer und ungewöhnlicher Form darbot, erregte sie die zur weiteren Untersuchung notwendige Aufmerksamkeit. Die Eigenschaften eines solchen Strahles sind durch dessen Richtung und eine durch dieselbe gelegte Ebene von bestimmter Stellung, die Polarisationsebene, festgelegt. Hierin liegt das begrifflich Wesentliche der Polarisation.

MALUS denkt sich die Lichtteilchen materiell mit parallel einer bestimmten Ebene orientierten Achsen, während FRESNEL, den Gedanken der Schwingungen festhaltend, nun notwendig auf die Vorstellung von Transversalschwingungen geführt wird. Wenn aber der erstere das bekannte Cosinusquadratgesetz auf Grund der Erhaltung des Lichtstoffes errät und ableitet, so gelangt der andere zu demselben Ziel mit Hilfe des Prinzips der Erhaltung der lebendigen Kraft, worin die Anpassungsfähigkeit beider „*working hypotheses*“ und deren Fähigkeit, die Ermittlung des Thatsächlichen zu fördern, sich deutlich genug ausspricht.

Die Geschichte der Erforschung der Polarisation zeigt am besten, mit welchem Widerstande sich die Vorstellungen den Thatsachen angepaßt haben. HUYGENS wird durch seine akustische Analogie überhaupt gehindert, das Wesentliche der Polarisation zu durchschauen. NEWTON erkennt sie zwar, seine Einsicht bleibt aber von den übrigen optischen Einsichten isoliert. FRESNEL drängt sich, bei Versuchen über die Interferenz des polarisierten Lichtes, die Idee der Transversalschwingungen auf; sein genialer Mitarbeiter ARAGO vermag ihm aber hierin nicht zu folgen. FRESNEL selbst wagt erst nach langem Zögern, diesen Gedanken festzuhalten, welcher sich schon YOUNG flüchtig dargeboten hatte, welchen anzunehmen letzterer sich aber ebenfalls nicht hatte entschließen können. Dennoch ist die Einsicht, daß die periodischen Eigenschaften des Lichtstrahles sich wie geometrisch summierbare Strecken in einem zweidimensionalen Raume (der zur Strahlenrichtung senkrechten Ebene) verhalten, lediglich ein Ausdruck der Thatsachen. Auch wenn wir hierfür gar keine physikalische Analogie hätten, wenn wir vorher sonst nirgends in der Welt Transversalschwingungen angetroffen hätten, müßten wir diese Ansicht festhalten. Denn die Möglichkeit, auf fundamental neue Thatsachen zu treffen, hat nicht nur in den früheren Forschungsperioden bestanden, sie besteht auch jetzt noch fort und hat an keinem Tage aufgehört zu bestehen. Die Analogie des Neuen mit dem Alten hilft uns suchen. Dieselbe kann aber ebenso gut neue Unterschiede wie neue Übereinstimmungen zu Tage fördern. Derselbe Gesichtspunkt ist in Bezug auf die viel discutierten Eigenschaften des Äthers festzuhalten.

FRESNEL hat die Optik dadurch so sehr gefördert, daß er die von den Vorgängern HUYGENS, NEWTON, YOUNG, MALUS gewonnenen Einsichten mit großer Kraft und Selbstständigkeit in sich vereinigt, und durch seinen eignen Erwerb vermehrt hat. Es gelingt ihm, die geradlinige Fortpflanzung des Lichts, die Brechung, Reflexion und die von allen Vorgängern mißverstandene Beugung auf die eine fundamentale Thatsache der zeitlichen und räumlichen transversalen Periodicität des Lichtes zurückzuführen, sowohl in isotropen wie in anisotropen Körpern. Bei ihm bilden die Einzelkenntnisse zuerst ein zusammenhängendes geschlossenes folgerichtiges System, welches gerade darum das noch Fehlende deutlich hervortreten läßt.

Stellen wir uns vor, ein vollkommen (linear) polarisierter Strahl sei in seinen physikalischen Eigenschaften erkannt, und die Thatsachen hätten bereits zur Annahme transversaler Schwingungen geführt. Der heutige Student wird wohl sehr geneigt sein, zu glauben, daß nun die Existenz der übrigen Polarisationsarten, des circular und elliptisch polarisierten Lichtes mit dessen charakteristischen Eigenschaften rein deduktiv entwickelt und nachher durch das Experiment bestätigt worden wäre. Der Gang der Geschichte ist nun da sehr lehrreich.

FRESNEL wiederholt und ergänzt die MALUSSCHEN Versuche über die Reflexion des vollkommen (linear) polarisierten Lichtes und untersucht hierbei auch die innere Reflexion in Glasprismen, gelegentlich auch die totale Reflexion. In letzterem Falle zeigt nun der reflektierte Strahl unter Umständen ganz neue merkwürdige Eigenschaften. Derselbe verhält sich, wie unpolarisiertes Licht, gegen den Doppelpath nach allen Seiten gleich, giebt aber, denselben Reflexionen nochmals unterworfen, wieder linear polarisiertes Licht, während unpolarisiertes Licht bei dieser Behandlung unverändert bleibt. Gypsblätter durchsetzend zeigt dieser Strahl die ARAGOSCHE chromatische Polarisation, welche das unpolarisierte Licht nicht erzeugt. Die von dem neuartigen Strahl hervorgebrachten Farben sind aber verschieden von den gewöhnlichen. FRESNEL erkennt mit einem Blick, daß sich alles so verhält, als ob die Dicke

des Gypsblättchens, also der Gangunterschied, geändert worden wäre und findet so den Gangunterschied von einer Viertelperiode, welcher zwischen den beiden im Gyps fortschreitenden Componenten schon vor dem Eintritt in den Krystall besteht. Durch diese Enthüllung der Natur des circular polarisierten Lichtes war der Deduktion eine mächtige Anregung gegeben, die nun parallel mit dem Experiment rasch eine Reihe neuer Ergebnisse zu Tage förderte.

Vollständiger wurden die letzten und allgemeinsten Consequenzen aus der FRESNELSchen Grundauffassung des Lichtes eigentlich erst spät (1852) von BILLET und besonders von STOKES gezogen. Letzterer hat alle möglichen Polarisationsarten und deren Combinationen mit deren Eigenschaften vollständig beschrieben.

Man kann heute die ganze Lehre von der Polarisation darstellen, indem man eine bloße Übersicht der Thatsachen giebt. Außer den Strahlen, welche sich bei Drehung des Analyseurs in jedem Azimut gleich, homotrop, verhalten, giebt es andere, die man als heterotrop bezeichnen kann. Unter den letzteren treten wieder solche auf, deren Eigenschaften durch eine durch dieselben gelegte Ebene, die Polarisationsebene, vollkommen bestimmt sind; nennen wir sie monohomale Strahlen. Das Experiment lehrt, daß durch Superposition zweier monohomaler Strahlen sich dihomale, heterotrope oder auch homotrope herstellen lassen. Unpolarisiertes Licht ergibt sich z. B. bei zu einander senkrechten Polarisationsebenen gleich intensiver incohärenter Strahlen, während bei cohärenten, um eine Viertelperiode gegeneinander verschobenen Strahlen das FRESNELSche (homotrope) circular polarisierte Licht auftritt. Wegen seines eigentümlichen Verhaltens gegen eine $\lambda/4$ -Platte müßte man das circular und elliptisch polarisierte Licht als peripolar, dexioperipolar oder aristeroperipolar bezeichnen, während das monohomale selbst aperipolar genannt werden müßte.

Die erwähnten Thatsachen lassen sich vollständig und übersichtlich durch eine einfache Symbolik darstellen, indem man die im allgemeinen ungleichen Intensitäten J, J' der beiden zu einander senkrecht polarisierten monohomalen Strahlen durch einen schiefen Strich getrennt anschreibt, und deren Gangunterschied, bezw. deren Incohärenz an einem der Intensitätssymbole durch einen Index bezeichnet. Es lassen sich nun folgende Lichtarten unterscheiden:

Linear. pol. L.	= J/o	Teilw. lin. pol. L.	= $J/o + J'/J'_{incoh.}$
Circular. pol. L.	= $J/J_{\lambda/4}$	Teilw. circ. pol. L.	= $J/J_{\lambda/4} + J'/J'_{incoh.}$
Elliptisch. pol. L.	= $J/J'_{\lambda/4}$	Teilw. ellipt. pol. L.	= $J/J'_{\lambda/4} + J''/J''_{incoh.}$
Unpolarisirt. L.	= $J/J_{incoh.}$		

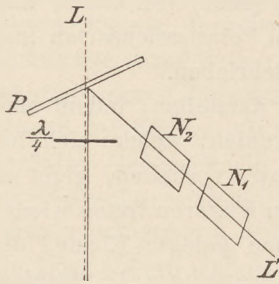
Ist unsere begriffliche Auffassung der Thatsachen vollständig und enthält sie nichts Überflüssiges, so darf es keine Thatsache geben, der nicht ein Begriff, und keinen Begriff, dem nicht eine Thatsache entspricht. Daß dies in dem fraglichen Falle wirklich zutrifft, wird z. B. durch meine in PFAUNDLERS Lehrbuch mitgeteilte analytische Tabelle der Polarisationsarten deutlich, welche ich nur in Bezug auf die Nomenclatur zweckmäßiger gestalten könnte. Es ist nur hinzuzufügen, daß man jede Polarisationsart auch willkürlich praktisch herstellen kann, etwa durch folgendes schematisch dargestellte Verfahren:

Eine Lichtquelle L (s. Fig.) sendet bei möglichst senkrechter Incidenz ihr Licht durch eine unbelegte Glasplatte P , welche zugleich unter derselben Incidenz das Licht der intensiveren Lichtquelle L' reflektiert, das durch 2 Nikols N_1, N_2 beliebig abgeschwächt werden kann. Das Nikol N_2 steht so, daß die Polarisationsebene des austretenden Lichtes mit der Reflexionsebene von P zusammenfällt. Beide Lichter durch-

dringen eine $\lambda/4$ -Platte. Durch Drehung von N_1 , Orientierung der $\lambda/4$ -Platte, Abschwächen oder Löschen von L oder L' lassen sich alle möglichen Fälle darstellen.

Alles dies liefse sich studieren, ohne auch nur einmal an ein außerhalb der Thatsachen liegendes Bild zu denken, mit Hülfe rein abstrakter begrifflicher Reaktionen und physikalischer Operationen.

Fragen wir aber, ob dieses Verfahren auch durchaus zweckmäfsig wäre? Es giebt Thatsachen, die wir unmittelbar sinnlich wahrnehmen, die wir so zu sagen mit



einem Blick überschauen. Andere Thatsachen aber ergeben sich erst durch ein compliziertes Beobachtungs- und begriffliches Reaktionssystem. Niemand sieht es z. B. den Massen unmittelbar an, dass sie sich gegenseitig Gravitationsbeschleunigungen erteilen. Die Phase einer Schallwelle ist nicht unmittelbar wahrnehmbar, noch weniger die Phase eines Lichtstrahles. Die Periodicität des Lichtes ist nicht ohne weiteres sichtbar, und deren Erfassung wird noch durch die mikroskopische Periodenlänge erschwert.

Auch die Polarisationssebene erkennt man nicht unmittelbar. Man kann dem Licht nicht ansehen, dass es periodisch und polarisiert ist, sondern kann dies nur durch umständliche Versuche ermitteln.

Da wir aber mit sinnlichen anschaulichen Vorstellungen viel vertrauter sind, einfacher und geläufiger mit denselben verkehren als mit abstrakten Begriffen, die sich immer auf anschauliche Vorstellungen als ihre letzten Grundlagen aufbauen, so lehrt uns schon der Instinkt, mit dem Lichtstrahl eine Welle von anschaulicher grösserer Wellenlänge, mit bestimmter an die Reflexionsebene des polarisierenden Spiegels gebundener Schwingungsebene, vorzustellen, welche sich bei analogen Versuchen ähnlich verhalten würde, wie jener Lichtstrahl. Mit Hülfe solcher Vorstellungen übersehen wir rascher und leichter die Lichtphänomene als durch abstrakte Begriffe. Dieselben sind, um einen modifizierten Ausdruck von HERTZ zu gebrauchen, Bilder von Thatsachen, deren psychische Folgen wieder die Bilder der Folgen der Thatsachen sind. Die Geschichte lehrt, dass diese Bilder zu viel und zu wenig enthalten, die Forschung fördern oder auch hindern können, dass sie aber nach und nach sich zweckmäfsiger gestalten. Hat man aber einmal genau festgestellt, worin das Bild mit der Thatsache begrifflich übereinstimmt, so verbindet dieses den Vorteil der Anschaulichkeit mit dem der begrifflichen Reinheit. Es ist nun geeignet, die durch neue (elektromagnetische, chemische) Thatsachen geforderten weiteren Bestimmungen ohne Widerstreben anzunehmen.

Es wird unnötig sein, auf die didaktischen Anwendungen dieser Betrachtungen ausdrücklich hinzuweisen.

Über Rheostaten für starke Ströme zu Experimentierzwecken.

Von

Dr. K. Strecker in Berlin.

An vielen Orten hat jetzt der Experimentator Gelegenheit, seinen Versuchstisch mit einem Anschluss an ein Vertheilungsnetz für elektrischen Strom auszustatten. Die Spannung, die ihm dann zur Verfügung steht, ist aber in der Regel so hoch, dass er ausser den Anschlussklemmen, Schaltern und Schmelzsicherungen noch be-

sonderer Rheostaten bedarf, die vor die Versuchsapparate geschaltet werden müssen, damit der Strom sich in den für die Apparate und Versuche geeigneten Grenzen halte. Solche Rheostaten zu beschreiben, soll der Zweck nachfolgender Zeilen sein.

1. Aufgabe des Rheostaten.

An den Anschlußklemmen steht die Spannung E , gewöhnlich 100 bis 110 Volt, zur Verfügung. Es soll ein Versuch ausgeführt werden mit einem Apparat vom Widerstande r , in dem infolge des Versuches und während des letzteren eine elektromotorische Gegenkraft e auftritt; der Versuch erfordert einen Strom von J Ampère.

Alsdann muß man vor den Apparat einen Rheostatenwiderstand R vorschalten, und es ist

$$E = e + J(R + r),$$

woraus sich R bestimmen läßt. In der Regel ist sowohl e als Jr gering gegen E und es ergibt sich, daß R nur wenig kleiner als E/J zu wählen ist.

Man ersieht aus der Gleichung, daß die Spannung am Apparat $= e + Jr$ ist, während die Spannung JR im Rheostaten „verzehrt“ wird; ferner ergibt sich leicht, daß in dem Rheostaten eine Wärmemenge entsteht, welche sich nach der Formel

$$W = 0,24 \cdot J^2 R t \text{ g-cal}$$

berechnet; t ist die Zeit in Sekunden. Der Rheostat hat also die Aufgabe, diese Wärmemenge aufzunehmen, nach Umständen auch möglichst rasch wieder abzugeben. Hieraus ergibt sich eine praktische Folgerung, die für den Neuling sehr wichtig ist: der Rheostat wird heiß, sogar sehr heiß.

2. Grundlagen der Konstruktion.

Soll ein solcher Rheostat entworfen werden, so ist die erste Frage: ist er für dauernde oder nur für vorübergehende Einschaltung bestimmt? Im ersteren Falle muß man darauf bedacht sein, die erzeugte Wärme rasch wieder abzuführen, im letzteren Falle kann man den Rheostaten wie einen Wärmebehälter betrachten und die Wärme darin lassen. Die beiden Fälle sind theoretisch und praktisch verschieden zu behandeln; es soll hier zunächst von dem Rheostaten für dauernde Einschaltung die Rede sein.

Im Augenblicke der Einschaltung hat das Widerstandsmaterial im Rheostaten die Temperatur θ der umgebenden Luft. Es wird nunmehr vom Strom Wärme entwickelt, wodurch die Temperatur des Rheostaten steigt; besitzt er eine höhere Temperatur als die umgebende Luft, so giebt er von seiner Wärme ab; zuerst, solange er noch wenig erwärmt wird, nur wenig; später, wo seine Temperatur schon bedeutend gestiegen ist, mehr; schließlic wird — constanten Strom vorausgesetzt — ein Zustand erreicht, bei dem der Rheostat in jeder Sekunde so viel Wärme an die Umgebung abgiebt, als vom Strom in ihm erzeugt wird.

Nennen wir diese Schlußtemperatur T und besitzt der Rheostat die ausstrahlende Oberfläche S qcm, so ist

$$0,24 J^2 R = 0,0006 \cdot S \cdot (T - \theta),$$

worin 0,0006 das äußere Wärmeabgabevermögen ist; diese Zahl ist aus praktischen Versuchen über die Erwärmung eines frei in der Luft ausgespannten Drahtes abgeleitet.

Hieraus ergibt sich für die Temperaturerhöhung

$$T - \theta = \frac{0,24 \cdot J^2 R}{0,0006 \cdot S} = 400 \cdot \frac{J^2 R}{S}.$$

Häufig handelt es sich um Rheostaten aus Leitern, deren Querschnitt Q klein ist gegen die Länge L ; man kann dann die Oberfläche darstellen als das Produkt aus Länge und Querschnittsumfang U .

Will man den Widerstand R durch L und Q ausdrücken, so ist zu beachten, daß L und Q bisher in cm und qcm gemessen wurden; wir setzen daher

$$R = \varrho \cdot \frac{L}{Q} \cdot 10^{-4}, \quad S = LU,$$

$$T - \theta = 0,04 \cdot \frac{J^2 \varrho}{QU}.$$

Die Voraussetzung ist aber hier, daß die ganze Oberfläche des Leiters an der Wärmeabgabe teilnimmt, also freiliegt; bei sehr eng gewickelten Drahtspiralen ist dies schon nicht genügend der Fall; in allen Fällen ist durch die Anordnung der Drähte, Anbringen von Lüftungsöffnungen u. s. w. für rasche Abfuhr der Wärme zu sorgen. Für Drahtspulen aus isoliertem Draht, wie sie z. B. in den Stöpselrheostaten verwendet werden, gilt die letztere Formel nicht; denn bei solchen Spulen dient nur der äußere Mantel des Cylinders als strahlende Oberfläche, und ein seideisolierter Draht, der frei durch die Luft gespannt, mit Sicherheit mehrere Ampère aushält, verkohlt beim gleichen Strom, wenn man ihn auf eine Holzrolle dicht aufwickelt.

Die Formel zeigt, daß für die Erwärmung außer der Stromstärke noch das Material des Rheostaten und der Umfang seines Querschnittes maßgebend ist, während die Länge des Widerstandskörpers ohne Einfluß ist. Für einen vorgeschriebenen Widerstand fällt, wie die Formel zeigt, die Temperaturerhöhung um so geringer aus, je größer der Querschnitt und je größer der Querschnittsumfang des Leiters im Rheostaten ist. Die Länge L kommt nur insofern in Betracht, als es nicht gleichgültig ist, eine wie große Länge Widerstandsdraht im Rheostaten unterzubringen ist; von dieser Länge hängt die Größe des Rheostatenkastens und damit bis zu einem gewissen Grade der Preis ab. Es ist also darauf zu sehen, daß der Widerstandsdraht kurz werde; wie wir oben sahen, soll er auch einen großen Querschnitt haben. Diesen Bedingungen genügt ein Draht aus Material von möglichst hohem spezifischem Widerstande. Im Nebenstehenden wird eine Tabelle von Widerstandsmaterialien mitgeteilt, die nach den Angaben der Fabrikanten zusammengestellt ist¹⁾; darin bedeutet ϱ den spezifischen Widerstand bezogen auf Ohm, $\Delta\varrho$ die Änderung von ϱ für 1° Temperaturunterschied.

Die zweite Bedingung erfordert möglichst großen Umfang für den Querschnitt, also dünne Drähte, Bänder aus Blech und Drahtnetz, Röhren u. dgl. Gewöhnliche runde Drähte von mehr als 1,5 bis 1,7 mm sind sehr ungünstig; stärkere Querschnitte stellt man besser aus mehreren parallel geschalteten Drähten her.

Für runde Drähte ist $U = d\pi$, $Q = \frac{d^2\pi}{4}$, demnach

$$T - \theta = 0,04 \cdot \frac{J^2 \varrho}{\frac{\pi^2}{4} \cdot d^3} = 0,016 \cdot \frac{J^2 \varrho}{d^3},$$

wobei d in cm auszudrücken ist. Will man d in mm angeben, so wird

$$T - \theta = 16 \cdot \frac{J^2 \varrho}{D^3}.$$

¹⁾ Aus dem „Hilfsbuch für die Elektrotechnik“, 5. Aufl. (unter der Presse).

Bezugsquelle	No.	Material	ρ	$\Delta \rho$	spec. Gew.	Festig-	feinster	
						keit $\frac{\text{kg}^*}{\text{mm}^2}$		Draht mm
Basse u. Selve, Altena	1	Patentnickel	0,34	0,00017	8,70			
	2	Constantan	0,50	— 0,00003	8,82			
	3	Nickelin	0,41	0,0002	8,62			
Fleitmann, Witte & Co., Schwerte	4	Widerstandsdraht „Superior“	0,86	0,00073			0,05	
	5	- Ia. Ia., hart	0,50	— 0,00001			-	
	6	- - weich	0,47	0,00001	8,5		-	
	7	Nickelin No. 1, hart	0,44	0,00008	bis		-	
	8	- - weich	0,41	0,00008	9,0		-	
	9	- No. 2, hart	0,34	0,00017			-	
	10	- - weich	0,32	0,00018			-	
	11	Neusilber 2a, hart	0,39	0,00019			-	
	12	- - weich	0,39	0,00020			-	
	W. C. Heraeus, Hanau	13	Platiniridium, hart	0,37	0,00059			0,025
		14	- - weich	0,35	0,00069			0,03
	Isabellenhütte bei Dillenburg	15	Manganin	0,42	\pm 0,00001		45	0,05
Fr. Krupp, Essen (Ruhr)	16	Kruppin	0,85	0,0008	8,10	50	0,5	
Dr. Geitner's Argentan- fabrik, F. A. Lange, Auerhammer, Sachs.	17	Rheotan	0,47	0,00023	8,72		0,10	
	18	Nickelin	0,40	0,00022	8,75		0,10	
	19	Extra Prima	0,30	0,00035	8,72		0,10	

Für Kupfer ist $\rho = 0,018$ bis $0,02$, für Eisen etwa $0,1$ bis $0,13$ je nach Material und Temperatur. Man kann also die Erwärmung eines frei ausgespannten Drahtes in Luft hiernach berechnen. Auch für andere Querschnittsformen läßt sich nach Anleitung der vorigen Rechnung die Erwärmung vorher bestimmen. Umgekehrt kann man für jedes gewählte Material und jeden Querschnitt den Strom bestimmen, der eine zugelassene Temperaturerhöhung erzeugt. So wird z. B. im „*Hilfsbuch für die Elektrotechnik*“ (4. Aufl. S. 455) eine Tabelle für ein Material vom spezifischen Widerstand $0,45$ und für runden Draht mitgeteilt:

No.	Draht, Zahl und Durchmesser	zu gebrauchen für	Länge von 1 Ohm
1	1 zu 0,5 mm	0 — 1 A	0,44
2	0,7	1 — 2	0,86
3	0,9	2 — 3	1,41
4	1,1	3 — 4	2,25
5	1,4	4 — 6	3,45
6	2 zu 1,1	6 — 8	4,5
7	1 zu 1,1 1 zu 1,4	8 — 10	5,7
		10 — 12	6,9

Die Erwärmung beträgt etwas über 40° .

Für Metallband oder sogen. Flachdraht von der Breite b und der Dicke a ist der Querschnitt ab und der Umfang $2(a+b)$, also

$$T - \theta = 0,04 \cdot \frac{J^2 \rho}{2 \cdot (a+b) ab} = 0,02 \cdot \frac{J^2 \rho}{ab(a+b)}$$

Ein Blechband aus Manganin ($\rho = 0,42$) von 0,05 mm Stärke und 1,55 mm Breite hält demnach bei einer Erwärmung von etwa 50° einen Strom aus

$$J = \sqrt{\frac{50}{0,02} \cdot \frac{0,005 \cdot 0,155 \cdot 0,160}{0,42}} = 0,84 \text{ A.}$$

Man wird ihm also auch einen Strom von etwa 1 A zumuten dürfen; selbst ein Strom von 2 A schadet ihm noch nicht viel, da es dabei noch nicht glühend wird. Solches Band, welches künstlich wellig gemacht worden ist, besitzt bei den oben angegebenen Abmessungen auf 1 m Länge 4,6 Ohm und kann unter dem Namen „Manginkrüppel“ von O. Wolff, Berlin SW, Alexandrinenstraße 14 bezogen werden.

Bei diesen Draht- oder überhaupt Metallrheostaten muß die Temperatur gewöhnlich niedrig bleiben; man kann allerdings Eisendraht verwenden, diesen bis zur Rotglut erhitzen, und wenn er verbraucht ist, erneuern. Aber die Regel ist doch eine Erwärmung um $40\text{--}60$, allenfalls 80° .

Günstiger ist die Verwendung von Glühlampen, wobei man gute Abkühlungs- und Lüftungsverhältnisse erzielen kann; vgl. hierzu weiter unten.

Etwas anders liegen die Bedingungen für Flüssigkeitswiderstände. Für dauernde Einschaltung im technischen Betriebe sind diese Widerstände zwar nicht zu empfehlen; im Laboratorium aber können sie recht wohl auch bei länger dauernden Versuchen gute Dienste leisten; in solchem Falle muß man für Zufuhr abgekühlter Flüssigkeit sorgen, was am besten auszuführen ist, wenn man Leitungswasser nimmt. Ein Rheostat dieser Art wird weiter unten beschrieben.

Rheostaten für vorübergehende Einschaltung können in ihren Abmessungen weit kleiner gewählt werden als die für dauernde Einschaltung; berechnet man einerseits die ganze, während der Dauer der Einschaltung erzeugte Wärme und andererseits aus den Massen und spezifischen Wärmen die Wärmekapazität des Rheostaten, so läßt sich eine obere Grenze für seine Erwärmung ermitteln.

3. Konstruktionsformen.

a) Metallrheostaten. Es handelt sich bei Metallrheostaten stets darum, eine genügende Abkühlungsfläche und gute Lüftung zu erzielen. Es werden also aus Drähten oder kräftigeren Bändern Spiralen gewickelt, dünnere Bänder, auch Drahtgewebestreifen werden gerade gespannt. Spiralen, die parallel geschaltet werden, kann man von ungleichem Durchmesser herstellen und ineinander stecken. Zur Befestigung dienen entweder Porcellanrollen, die an einen Holzrahmen geschraubt werden, oder — zu empfehlen bei Selbstanfertigung — starke Messingschrauben mit halbrunden Köpfen, die in den Rahmen oder das Brett so eingeschraubt werden, daß der cylindrische obere Teil (von 3—4 mm Durchmesser) zum Anlöten von Band oder Draht frei bleibt.

Der zu wählende Querschnitt des Leiters braucht nicht in allen Teilen gleich zu sein. Sei ein Rheostat gegeben, dessen erste Abteilung den Widerstand R_1 , die folgende R_2 u. s. w. besitzt, so sind die Stromstärken im Rheostaten, wenn der Widerstand des hinzugeschalteten Versuchsapparates zu vernachlässigen ist, der Reihe nach E/R_1 , $E/(R_1 + R_2)$, $E/(R_1 + R_2 + R_3)$ u. s. f. Die Querschnitte können also diesen Strömen entsprechend gewählt werden. Im Nachstehenden wird ein solcher Rheostat für eine Spannung von 110 Volt berechnet, der dazu bestimmt ist, einen Strom von höchstens 20 A aus dem Verteilungsnetz zu entnehmen.

Ein solcher Rheostat muß eine Abteilung von $110/20 = 5,5$ Ohm enthalten, die 20 A verträgt und niemals ausgeschaltet werden kann. Man wird nun weiter an-

nehmen dürfen, daß die meisten Versuchsapparate zu ihrem Betriebe nur einer sehr geringen Klemmenspannung bedürfen; wir können demnach ihren Widerstand bei der Berechnung des Rheostaten vernachlässigen und die Sache so ansehen, als veränden wir die beiden Enden des Rheostaten unmittelbar mit den Klemmen des Anschlusses.

Wir setzen fest, daß der Rheostat in Teilen einzuschalten sei, und daß bei der Einschaltung der ersten Stufe der Strom von 20 auf 16 Ampère, dann je nach Einschaltung der weiteren Stufen auf 12, 9, 6, 4, 2, 1, 0,5 A fallen soll. Diesen Strömen sind die Gesamtwiderstände umgekehrt proportional, und die Widerstände der einzelnen Stufen sind die Differenzen der berechneten Gesamtwiderstände. Dies ergibt die 4 ersten Spalten der nachfolgenden Tabelle; in der folgenden steht der zu verwendende Draht, entnommen aus der (passend fortgesetzten) oben angegebenen Tabelle; die 6. Spalte giebt an, welche Länge von diesen Drähten zu verwenden ist, und in den letzten Spalten findet man angegeben, wie viel Meter von jeder Drahtstärke gebraucht werden, woraus sich leicht die Menge nach Gewicht berechnen läßt.

No. der Abt.	Strom	ganzer Widerstand	Widerstand der Abteilung	passender Draht, Zahl und Stärke	Länge der Abteilung m	Länge in m der erforderlichen Drähte zu			
						0,5	0,7	1,1	1,4
1	20	5,50	5,50	{ 2 × 1,4 2 × 1,1	62,8			125,6	125,6
2	16	6,88	1,38	4 × 1,1	12,5			50,0	
3	12	9,16	2,28	2 × 1,4	15,8				31,6
4	9	12,22	3,06	{ 1,4 1,1	17,5			17,5	17,5
5	6	18,34	6,12	1,4	21,1				21,1
6	4	27,50	9,16	1,1	20,6			20,6	
7	2	55,00	27,50	0,7	23,6		23,6		
8	1	110,00	55,00	0,5	24,2	24,2			
9	0,5	220,00	110,00	0,5	48,4	48,4			
			220,00			72,6	23,6	213,7	195,8

Um diesen Draht im Rheostaten zu befestigen, wickelt man ihn zu Spiralen auf; die Drähte von 1,4 und 1,1 mm Stärke lassen sich zu Spiralen von 2 cm lichtigem Durchmesser und 6 mm Ganghöhe, der Draht von 0,7 mm zu Spiralen von 1,5 cm Durchmesser und 4 mm Ganghöhe, der von 0,5 mm zu Spiralen von 1 cm Durchmesser und 3 mm Ganghöhe wickeln. Schwächerer Draht als 0,5 mm ist der geringen Festigkeit wegen schlecht zu verwenden. Die Spiralen von verschiedenem Durchmesser herzustellen und ineinanderzustecken, bietet Schwierigkeiten für die Selbstherstellung, deshalb soll dies hier außer Acht bleiben. Nach dem Obigen beansprucht 1 m Draht, nachdem er zur Spirale gewickelt ist, einen cylindrischen Raum von:

beim Draht von	des Cylinders	
	äußerer Durchmesser	Länge
1,4	2,3 cm	10 cm
1,1	2,2 -	10 -
0,7	1,7 -	8,5 -
0,5	1,1 -	9,5 -

Die ganze Drahtmenge, die im Rheostaten unterzubringen ist, besitzt demnach als Spirale eine Länge von

$$6,9 + 2,1 + 21,4 + 19,6 = 50,0 \text{ m,}$$

während die Spiralen einschliesslich des erforderlichen Zwischenraumes zwischen zwei benachbarten Spiralen 4 cm Breite erfordern. Ein viereckiger hölzerner Rahmen, an dem man diese Spiralen befestigen wollte, müfste demnach 1 qm groß sein; dieser Rahmen würde dann auf beiden Seiten mit den Spiralen bespannt. Wo diese Gröfse unbequem ist, nimmt man zwei Rahmen von $\frac{1}{2}$ qm, die man einander parallel stellt und in passendem Abstand (etwa 8 cm) von einander in einem hölzernen Gestell befestigt.

Ein Rahmen (Fig. 1), 80 cm hoch, 84 cm breit, genügend kräftig aus Holz hergestellt, wird an zwei parallelen Seiten vorn und hinten mit kräftigen Messingschrauben besetzt; die Schrauben der Hinterseite sitzen in den Zwischenräumen, welche die Schrauben der Vorderseite freilassen. Der Abstand zwischen zwei benachbarten Schrauben (von Mitte zu Mitte gemessen) beträgt 4 cm (s. Fig. 2); es befinden sich also beiderseits 18 Schrauben oben und ebenso viele unten, an denen 36 Spiralen befestigt werden können, jede 70 cm lang.

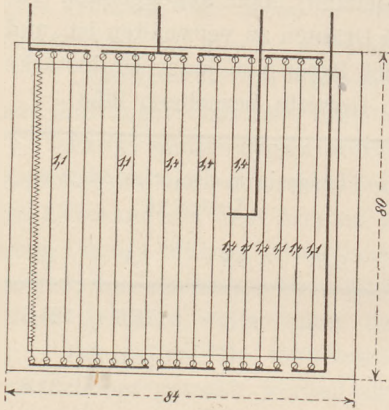


Fig. 1.

Die erste Abteilung enthält 251,2 m Draht, der als Spirale 25,12 m lang ist und demnach durch $36 = 4 \times 9$ Spiralen von 70 cm dargestellt wird; der erste Rahmen bildet also die erste Abteilung. Die Spiralen werden dadurch an den Schrauben befestigt, dass man das gerade Ende des Drahtes

um den Schaft der Schraube herumwickelt und dort festlötet; das freie Ende wird dann weitergeführt und zur Parallel- und Hintereinanderschaltung der Spiralen benutzt, indem man es an der passend gewählten Nachbarschraube ebenso anlötet.

Die zweite Abteilung besteht aus 50 m Draht = 5 m Spirale; da sie aus 4 nebeneinander geschalteten Drähten herzustellen ist, so muß man 8 Spiralen wählen, jede etwas kürzer als 70 cm (nämlich 63 cm lang) machen und sie stärker spannen.

Die dritte Abteilung enthält 31,6 m Draht = 3,16 m Spirale = 5 Spiralen von 62 cm Länge, welche stärker auseinandergezogen werden. Von den 5 Spiralen sind je 2 in Parallelschaltung zu verbinden; es bleiben also zwei Halbspiralen übrig.

In Abteilung 4 sind 2 Drähte, jeder von 17,5 m, parallel zu schalten, d. i. für jeden Draht $2\frac{1}{2}$ Spirale; die zwei halben Spiralen legt man an den Anfang, wo die eine sich mit einer halben Spirale von gleicher Drahtstärke der vorhergehenden Abteilung vereinigen läßt; die andere Spirale aus 1,1 mm starkem Draht muß mit der Spirale aus 1,4 mm starkem Draht verlötet werden. Die Mitten beider Spiralen werden mit einander verlötet.

Für Abteilung 5 braucht man 3 Spiralen, ebenso für Abteilung 6. Abteilung 7 enthält Draht von 0,7 mm, von dem 1 m als Spirale nur 8,5 cm Länge besitzt; man verwendet auch hier 3 Spiralen. Abteilung 8 bekommt gleichfalls 3 Spiralen und die noch übrigen 6 Spiralen reichen nahezu aus, den Widerstand auf 220 Ohm zu ergänzen.

Von den Enden der Abteilungen führen Kupferdrähte zum Schaltbrett, welches oben auf dem Rheostaten befestigt wird; diese Abzweigdrähte werden auf eine Erwärmung von höchstens 10° C. berechnet.

Fig. 1 stellt einen solchen Rahmen dar, und zwar sieht man die Spiralen der zweiten bis vierten Abteilung mit Angabe der Drahtstärken; die Verbindungsdrähte zur Reihen- und Zweigschaltung und die zum Schaltbrett sind stärker ausgezogen, die Spiralen außer der ersten durch einfache Striche angegeben. Fig. 2 gibt die Anordnung an einer Ecke mit Mafsen an. Das Schaltbrett kann man sich allenfalls selber herstellen; man verwendet dazu Tischklemmen, die radial um den Drehpunkt einer Kurbel angeordnet werden; statt der Tischklemmen lassen sich auch Messingschrauben mit großen Köpfen verwenden; es ist aber doch ratsam, diesen Teil von einem Mechaniker ausführen zu lassen, da besonders die Herstellung einer guten Kurbel Schwierigkeiten bietet.

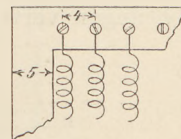


Fig. 2.

Die Firma Dr. PAUL MEYER, Berlin-Rummelsburg, die sich speziell mit der Herstellung von Rheostaten für starke Ströme befasst, stellt passende Schaltbretter zu solchen Rheostaten her (von denen eins mit 9 Kontakten, zu dem berechneten Rheostaten passend, im nächsten Heft abgebildet werden wird). Die runden Kontaktplatten sind mittels Schrauben in einer Schieferplatte befestigt und unterhalb befindet sich eine zweite Mutter zum Anlegen des Abzweigdrahtes zum Rheostaten; die Kurbel schleift mit den Kontaktfedern auf den Kontaktplatten; Anschlagbolzen begrenzen die Bewegung der Kurbel. An dem Metallstück, das die Achse für die Kurbel trägt, befindet sich unterhalb eine Mutter zur Befestigung eines Drahtes. Zwei Endklemmen vervollständigen die Ausrüstung des Rheostaten¹⁾.

Die Anordnung für den beschriebenen Rheostaten würde also sein (Fig. 3): Endklemme — 1. Abteilung von 5,5 Ohm — erste Kontaktplatte — 2. Abt. — 2. Kontaktplatte — 3. Abt. — 3. Kontaktplatte u. s. f., schliesslich führt ein Draht von der Anschlussschraube der Kurbel zur anderen Endklemme. Setzt man noch eine 10. Kontaktplatte auf das Schaltbrett, die keine Verbindung bekommt, so hat man gleich einen Unterbrecher am Rheostaten.

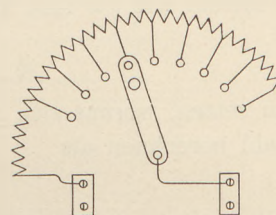


Fig. 3.

Zum Schutz kann man den Rheostaten mit durchlöcherter Eisenblech oder auch mit weitmaschigem Drahtnetz umkleiden.

Die gebräuchlichen Widerstandsmaterialien kosten bei stärkeren Drähten und Bändern etwa durchschnittlich 5 bis 7 Mark für 1 kg; für dünnen Draht und Blech sind Preiszuschläge zu zahlen. Hiernach wird man leicht imstande sein, die Herstellungskosten eines Rheostaten — bei Selbstanfertigung — zu berechnen. Vom Fabrikanten bezogen wird er mehrmals so viel kosten, als wenn man ihn selbst anfertigt.

¹⁾ Ein solches Schaltbrett kostet, fertig montiert,

	für 10 A.	30 A.	60 A.
mit 9 Kontakten	10,25 M	15,40 M	27,25 M
15 -	11,20 -	17,00 -	30,00 -

Die einzelnen aus Metall gefertigten Teile des Schaltbrettes giebt die genannte Firma zu folgenden Preisen ab:

	für Ströme bis 10 A.	30 A.	60 A.
Kurbel mit Axstück, Federn und Anschlussschraube	3,50 M	5,45 M	8,55 M
1 Kontaktplatte mit 2 Muttern	0,15 -	0,25 -	0,40 -
2 Anschlagbolzen	0,10 -	0,15 -	0,20 -
1 Endklemme mit Flügelmutter	1,00 -	1,00 -	1,00 -

Zwischengrößen werden nicht fabriziert und würden demnach bei Herstellung unverhältnismässig viel teurer sein.

Um kleine regulierbare Widerstände zu erhalten, verwendet man einen Draht oder ein Band, das auf einem Brett oder am Tisch hin- und hergespannt wird und von dem durch einen Bügel ein Teil aus- und eingeschaltet werden kann, wie Fig. 4 darstellt. Für Drähte kann man als Bügel eine Klemmschraube mit zwei Durchbohrungen verwenden.



Fig. 4.

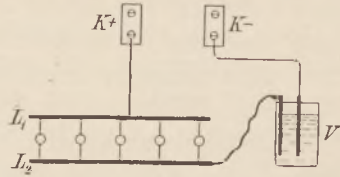


Fig. 5.

b) Glühlampenbatterie. Einen sehr zweckmäßigen Rheostaten erhält man durch Parallelschalten von Glühlampen. Es seien in Fig. 5 $K+$ und $K-$ die Klemmen, zwischen denen die Spannung E des Vertheilungsnetzes herrscht. Man will durch ein Kupfervoltmeter V einen Strom von J (etwa 10) A senden.

Zu diesem Zweck schaltet man zwischen die Leitungen L_1 und L_2 eine Anzahl Glühlampen nebeneinander; sei der Widerstand einer Glühlampe im heißen Zustand $= r$ (kalt ist er ungefähr doppelt so groß, wie heiß), die Zahl der Glühlampen $= n$, so ist der Widerstand zwischen L_1 und $L_2 = \frac{r}{n}$.

Besitzt nun das Voltmeter den Widerstand R und ist seine elektromotorische Gegenkraft e , so ist

$$E = J \cdot \frac{r}{n} + J \cdot R + e.$$

e sowohl wie JR sind klein gegen E , es genügt also

$$E = J \cdot \frac{r}{n}$$

zu setzen, woraus sich zweierlei ergibt. Einmal kann man die erforderliche Lampenzahl berechnen als

$$n = \frac{Jr}{E},$$

wobei allerdings die Bedingung zu berücksichtigen ist, daß n stets eine ganze Zahl sein muß. Ferner ergibt sich aus

$$J = n \cdot \frac{E}{r},$$

worin E und r ein für allemal gewählte Größen sind, daß es am bequemsten ist, die Stromstärke aus der Zahl n der parallel geschalteten Lampen gewissermaßen abzulesen. Der Strom, den eine gewöhnliche 16kerzige Glühlampe bei 100—110 V verbraucht, beträgt nahezu 0,5 A. Um einen Strom von 10 A durch das Voltmeter zu senden, hat man demnach 20 Glühlampen parallel zu schalten. Stellt man die Glühlampen so auf, daß leicht zu übersehen ist, wieviel davon glühen, so kann man hieraus die Stromstärke bestimmen.

Besitzt der zu speisende Apparat einen merklichen Widerstand, so wird man dies auch gleich beim Einschalten der Glühlampen sehen: sie brennen dunkel. In diesem Fall nehmen sie natürlich auch nur etwas weniger Strom auf.

Eine solche Glühlampenbatterie für 50 Glühlampen stellen Fig. 6 bis 9 dar. Fig. 6 zeigt die ganze Anordnung. Zwei Grundleisten mit Ösen zum Anhängen werden durch fünf Querleisten verbunden; statt dessen ein einziges Brett zu nehmen, empfiehlt sich nicht wegen der starken Erwärmung durch die Glühlampen. Jede Querleiste

wird mit 10 Glühlampenfassungen billigster Art besetzt (Illuminationsfassungen, Allgemeine Electricitätsgesellschaft, Berlin; 1 St. samt Schraubenspindel und Mutter 16 Pf.). Die Befestigung dieser Fassungen ist aus Fig. 7 leicht zu ersehen; die durch die Holzleiste gehende Schraube drückt mittels einer Unterlegscheibe aus Pressspahn die



Fig. 6.

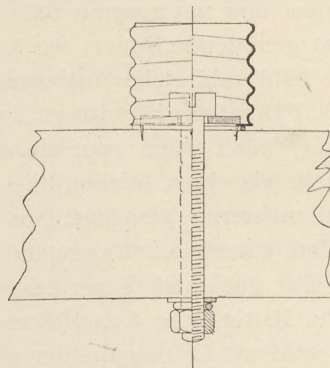


Fig. 7.

Fassung, von der zwei herausgedrückte spitze Ansätze abstehen, fest an die Holzleiste an; der eine Stromzuführungsdraht wird zwischen die Fassung und die Leiste gelegt und festgeklemmt; der andere Draht wird an die Schraube geführt und gleichfalls beim Anziehen der Schraube festgeklemmt. Die Drahtführung ist am besten aus Fig. 6 zu ersehen; von den beiden Hauptklemmen gehen die Leitungen aus. Die eine

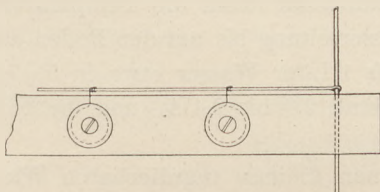


Fig. 8.

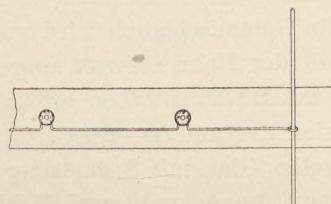
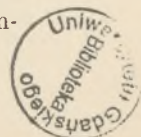


Fig. 9.

(etwa 3 mm starker Kupferdraht) geht gleich zu allen 5 Querleisten, um auf der Seite jeder einzelnen einen Zweig (etwa 2 mm stark) entlang zu senden; von jedem dieser Zweige führen angelötete schwache Drähte (etwa 0,5 mm stark) zu den einzelnen Fassungen, wie Fig. 8 zeigt. Die zweite Hauptleitung geht an der freien Seite der mittleren Querleiste bis zum anderen Ende, verteilt sich hier gleichfalls auf alle fünf Querleisten, und die Zweige werden, wie Fig. 9 zeigt, unmittelbar mit den Schrauben der Fassungen verbunden. Man kann natürlich die zweite Hauptklemme auch auf die zweite Grundleiste setzen und spart dann den einen Draht. Die an den Leisten geführten Drähte müssen sämtlich vorzüglich sicher befestigt sein; an der einen Kreuzungsstelle ist zwischen den Leitungen ein Holzklötzchen zu befestigen. Die Glühlampen (das Stück kostet 50—60 Pf.), deren Größe, d. h. Stromverbrauch, je nach dem Bedürfnis ausgewählt werden kann, werden in die Fassungen eingeschraubt; die gezeichnete Fassung nennt man Edisonfassung; sie ist die billigste bei einfacher Ausführung. Durch Zurückdrehen um etwa 90—180° schaltet man jede einzelne Lampe aus, durch Vorwärtsdrehen wieder ein.

Der Glühlampenrheostat hat entschieden manchen Vorzug vor dem Draht-rheostaten, vor allem den der größeren Übersichtlichkeit, weil ein Blick auf den Rheostaten zeigt, wie stark der Strom ist. Allerdings ist es bei offenem Kreise nicht möglich, zu sehen, wie groß der eingeschaltete Widerstand ist. Der Glühlampen-



rheostat ist auch etwas billiger als der Drahrheostat. Dagegen ist er weniger haltbar; die Glühlampenfüße sind mit Gyps an der Glasbirne befestigt, werden also beim öfteren Ein- und Ausdrehen allmählich wackelig; die billigen Fassungen sind aus Blech gedrückt und verderben daher auch verhältnismäßig leicht. Wo der Lehrer stets selbst und mit Sorgfalt das Ein- und Ausschalten besorgt, verspricht ein solcher Rheostat genügende Dauer; wo aber die Schüler damit in engere Berührung kommen, wird er bald zahlreiche Ausbesserungen erheischen.

c) Flüssigkeitswiderstände. Die im vorigen erwähnten Rheostaten kosten immerhin, auch wenn man sie sich selbst herstellt, einiges Geld; man wird nicht gern mehr als einen solchen Rheostaten beschaffen. Doch kommt es häufig vor, daß man zu mehreren gleichzeitigen Versuchen noch einen Aushilfsrheostaten braucht; dazu sind Flüssigkeitswiderstände zu empfehlen, wovon ich für den vorliegenden Zweck eine geeignete Form ausprobiert habe.

Ein Batterieglass von 10,3 cm innerer Weite und 15,5 cm Höhe, reichlich 1 Liter Inhalt, wird mit Leitungswasser gefüllt. Ein Cylinder aus Weißblech, der die innere Fläche des Glases bedeckt, dient als Kathode; die Anode bildet eine Bogenlichtkohle von 16 mm Durchmesser, die 12 cm tief eintaucht. Schließt man den Strom, so erhält man anfangs etwa 1, später 1,5 A, während die Temperatur in einer halben Stunde auf etwa 70° steigt. Mit zwei nebeneinander gestellten Kohlenstäben erzielt man etwa 1,8 bis 2,5 A, wobei die Temperatur schließlich bis nahe zum Siedepunkt des Wassers ansteigt; der Strom nimmt zuletzt wieder ab. Läßt man aber langsam Leitungswasser durch das Glas fließen, so kann man leicht die Temperatur niedrig halten. Ein Gummischlauch wird von der Wasserleitung bis auf den Boden des Glases geführt und der Hahn so weit aufgedreht, daß 1 Liter Wasser etwa in 5—7 Minuten ausfließt; mit 2 Kohlenstäben erhält man dauernd 2,0 bis 2,4 A, und die Flüssigkeit erwärmt sich nur auf 30—40° C.

Dasselbe Glas mit Sodalösung liefert einen kleinen regulierbaren Widerstand; mit starker Lösung und zwei Kohlenstäben erhält man Widerstände von wenigen Ohm, mit einem Kohlenstab und schwächerer Lösung höhere Widerstände, z. B. bei 0,5%iger Lösung etwa 6 Ohm. Zur Vergrößerung des Widerstandes hebt man die Kohlenelektrode, zur Verringerung senkt man sie.

4. Die Anschlußtafel.

Dem Vorstehenden sind noch wenige Worte zur Erläuterung dessen beizufügen, was die Anschlußtafel, wo die Leitungen des Verteilungsnetzes endigen, enthalten soll, und wo sie anzubringen ist.

Die Leitungen endigen in 2 bis 3 Klemmen, bei Zweileiternetz 2, bei Dreileiternetz gewöhnlich 3; in letzterem Falle hat man zwischen der mittleren Klemme (deren Leitung meist an Erde liegt) und jeder der beiden äußeren 100 bis 110 Volt. In jeder Leitung muß eine Schmelzsicherung sitzen; diese ist so anzubringen, daß das etwa schmelzende Metall, ohne Schaden zu stiften, abtropfen kann. Es ist ferner zweckmäßig, in jede Leitung einen Unterbrecher einzuschalten; jedesmal, ehe man auf dem Experimentiertisch irgend eine Schaltungsänderung vornimmt, unterbricht man sämtliche Leitungen an der Anschlußtafel, damit nicht durch ein Versehen, durch eine flüchtige Berührung ein Kurzschluß mit heftigen Feuererscheinungen, Schmelzen von Metallteilen u. dgl. auftrete. Ein Spannungsmesser an der Anschlußtafel ist erwünscht, aber nicht erforderlich. Ein Strommesser soll entweder an der Anschlußtafel befestigt sein, oder in die Versuchsanordnung eingeschaltet werden.

Den Ort für die Anschlußtafel wählt man zweckmäßig an der Wand hinter dem Experimentiertisch, und zwar so, daß die Schüler die Tafel übersehen können. Um die Leitungen zum Tisch zu führen, befestigt man sowohl an der Anschlußtafel als am Tisch geeignete Halter, welche die Leitungen in mehr als Kopfhöhe über den Zwischenraum zwischen Tisch und Wand herüberführen. Leitungen unter dem Fußboden sind nicht zweckmäßig.

Die Leitungen zu Schienen zu führen, die in die Tischplatte eingelassen sind, halte ich nicht für gut; abgesehen von der vergrößerten Gefahr unbeabsichtigter Kurzschlüsse ist eine unmittelbare Feuersgefahr nicht ganz ausgeschlossen; bleiben die Leitungen dauernd an das Netz angeschlossen, und bilden sich Nebenschließungen im Tisch, so kann bei mangelnder Aufsicht, z. B. über Nacht, über Sonntag, ein Brand entstehen. Hauptsächlich aber verlieren die Schüler die Übersicht, weil sie nicht sehen, woher der Strom kommt, und weil sie die Verbindungen, die auf dem Tische ausgeführt werden, weniger gut verfolgen können.

Man vergesse niemals, daß an den Klemmen der Anschlußtafel nicht nur ein starker elektrischer Strom zu Gebote steht, um Versuche auszuführen, sondern daß eben dieser Strom auch bereit ist, bei einer unvorsichtig ausgeführten Verbindung, bei voreiligem Stromschluß sich mit elementarer Gewalt in die Apparate zu ergießen und sie zu zerstören. Man Sorge dafür, daß stets und unter allen Umständen der Rheostat in der Leitung liege, und daß zu Anfang eines nicht sicher durchprobirten Versuches stets der größte vorhandene Widerstand eingeschaltet sei.

Über Versuche mit künstlich erzeugtem Nebel und damit verwandte Beugungserscheinungen.

Von

Dr. J. Kiessling,

Professor an der Gelehrtenschule des Johanneums zu Hamburg.

1. Apparate. Zur Erzeugung künstlicher Nebel braucht man zwei Stehkolben von 3—4 Liter Inhalt. Bei beiden Gefäßen muß der Boden etwa 3 cm hoch mit Wasser bedeckt und der Hals durch einen mit Glashahn versehenen Gummistopfen verschlossen sein.

Zur Herstellung eines gleichmäßigen Dampfstrahles ist eine Kochflasche von etwa 1 Liter Inhalt erforderlich, deren Hals ebenfalls durch einen einfach durchlochten Korkstopfen geschlossen ist. Durch letzteren ist ein rechtwinklig gebogenes Glasrohr von 4 mm Durchmesser dicht schließend geführt; der zur Seite gebogene Schenkel muß mindestens 25 cm lang sein, damit die Öffnung außerhalb der Verbrennungsgase des untergestellten Brenners zu liegen kommt; es empfiehlt sich, das Rohr so zu legen, daß es mit der Öffnung etwas nach unten geneigt ist, damit die während des Siedens sich darin bildenden Wassertropfen ablaufen können, ohne das Rohr zeitweise zu verschließen, wodurch Störungen im regelmäßigen Austritt des Dampfstrahls eintreten würden.

2. Nebelbildung durch künstliche Abkühlung gesättigter Luft. Hat ein Stehkolben mehrere Stunden bei geschlossenem Hahn gestanden, so ist die über dem Wasser befindliche Luft gesättigt und staubfrei. Eine zur Nebelbildung ausreichende Temperaturerniedrigung läßt sich durch Druckverminderung auf zweierlei

Weise erzielen; entweder, indem man an dem Glasrohr bei geöffnetem Hahn kräftig saugt und den Hahn dann schließt, oder indem man durch kräftiges Einblasen die Luft comprimiert, den Hahn schließt, etwa 10 Sekunden wartet, bis die Compressionswärme durch die Wirkung der Glaswände ausgeglichen ist, und dann den Hahn öffnet. Die im letzten Fall eintretende Temperaturerniedrigung kann noch erheblich gesteigert werden, wenn man gleich nach dem Öffnen des Hahnes noch einmal kräftig saugt. Wird auf diese Weise in einem Kolben mit gesättigter staubfreier Luft eine Temperaturerniedrigung erzielt, so tritt eine im allgemeinen sehr schwache Nebelbildung ein, die auf gröfsere Entfernungen nur durch Beleuchtung mit dem Strahlenkegel einer elektrischen oder einer Zirkon-Lampe sichtbar gemacht werden kann. Enthält jedoch die gesättigte Luft eine geringe Menge von Rauch oder von Verbrennungsgasen, so ist die Nebelbildung so stark, dafs der Kolben wie von dichtem Rauch erfüllt erscheint.

Um in den Kolben die zur Nebelbildung erforderliche Rauchmenge einzuführen, verfährt man folgendermafsen: man saugt an der Glasröhre, schließt den Hahn und öffnet ihn, während das Ende der Röhre in die von einer glimmenden Sprengkohle oder einem brennenden Schwefelholz aufsteigende Rauchsäule gehalten wird. Durch die Dauer des Öffnens läfst sich die Menge des eintretenden Rauches regulieren. Öffnet man den Hahn eines Kolbens, der mit dichtem durch Druckerniedrigung erzeugten Nebel gefüllt ist, wodurch eine Druckerhöhung und dementsprechend eine Temperaturerhöhung eintritt, so verschwindet der Nebel sofort vollständig.

Beobachtet man die Nebelbildung im Lichtkegel einer kräftigen Lichtquelle, so läfst sich deutlich erkennen, dafs schon die Einführung von geringen Mengen heifser Luft, die von einem stark erhitzten eisernen Spatel aufsteigt, in gesättigte, vorher vollkommen staubfreie Luft, ausreicht, um bei Druckverminderung eine Nebelbildung hervorzurufen. Von dem erhitzten Metall müssen also viele Stoffteilchen abfliegen, welche die zur Bildung von Nebeltröpfchen erforderlichen Condensationskerne abgeben.

Um beide Hände zum Halten des Kolbens und zur Bewegung des Hahnes frei zu haben, empfiehlt es sich, die Sprengkohle oder das Schwefelholz aufrecht in ein mit Sand gefülltes Glas zu stecken. Das Schwefelholz kann dann leicht durch Berührung mit einem erhitzten Draht entzündet werden.

3. Einflufs von Rauch oder Verbrennungsgasen auf den Dampfstrahl. Tritt ein Dampfstrahl in staubfreie Luft aus, so bilden sich Nebelwolken erst in $\frac{1}{2}$ bis 1 cm Entfernung von der Austrittsöffnung. Bei trockener Luft sind diese Wolken von geringer Ausdehnung und lösen sich durch Verdunsten verhältnismäfsig schnell auf. Hält man aber unter die Austrittsöffnung eine glimmende Sprengkohle, so bildet der Nebel, infolge der gesteigerten Condensation des Wasserdampfes, dichte bläulich weifse Wolken von vier- bis sechsfacher Ausdehnung, welche auch beim Aufsteigen auf grofse Entfernungen hin sichtbar bleiben. Diese Steigerung der Wolkenbildung tritt in noch höherem Mafse ein, wenn man statt der Sprengkohle ein Schwefelholz mit noch brennendem Schwefel anwendet. Auch wenn man die von einer in der Nähe brennenden Gasflamme aufsteigenden Verbrennungsgase gegen die Ausströmungsöffnung bläst, ist die Steigerung der Wolkenbildung deutlich bemerkbar.

4. Der Nebel besteht nicht aus hohlen Bläschen, sondern aus massiven Kügelchen (Tröpfchen). Seit dem Erscheinen der Untersuchungen von Kratzenstein¹⁾ hat man sich über diese Frage namentlich unter deutschen Physikern lebhaft

¹⁾ Kratzenstein, Abhandlung von dem Aufsteigen der Dünste. Halle 1774.

gestritten²⁾. Dabei sind vielfach schwerwiegende Bedenken gegen die Möglichkeit des Bestehens hohler Wasserbläschen von verschwindend kleinem Durchmesser geltend gemacht worden. Aber alle Bemühungen, eine experimentelle Entscheidung dieser Frage herbeizuführen, sind lange Zeit ohne Erfolg geblieben; sehr eingehend hat sich auch Clausius mit diesen Fragen in einer theoretischen Untersuchung beschäftigt. Derselbe glaubte streng nachweisen zu können, daß die Brechung des Sonnenlichtes in Wasserkügelchen unter allen Umständen Erscheinungen bedingt, welche mit den gewöhnlichen Beobachtungen in Widerspruch stehen. Seiner Autorität ist es zuzuschreiben, daß seit 1853 in fast allen physikalischen Lehrbüchern nur von Nebelbläschen die Rede ist. Inwiefern jedoch die Clausiussche Theorie nicht zutreffend ist, habe ich in meinen „Untersuchungen über Dämmerungserscheinungen“ S. 13 nachgewiesen. Es läßt sich aber durchaus einwandfrei experimentell beweisen, daß bei der Condensation des Wassergases Tröpfchen und keine Bläschen entstehen. Läßt man den Dampf der stark siedenden Kochflasche in einen der Glaskolben treten, so füllt sich dieser ziemlich schnell mit dichtem Nebel. Blickt man dann durch diese Kugel hindurch nach einer mit Pauspapier überklebten, etwa 2 cm breiten Kreisöffnung eines Pappschirmes, welcher von der Rückseite durch eine kräftige Lichtquelle beleuchtet wird, so erscheint die hellglänzende Kreisöffnung von farbigen Beugungsringen umgeben, deren Schärfe von der Beschaffenheit des Nebels abhängt. Durch weiteres Zuströmen von Wasserdampf läßt sich dieselbe schnell ändern. Ist ein einigermaßen scharfes Beugungsbild entstanden, so erhält sich dasselbe unverändert einige Minuten lang. Nun hängt aber der Ringdurchmesser einer bestimmten Farbe lediglich von dem Durchmesser der Nebelkörperchen ab, welchem er umgekehrt proportional ist, so daß eine Vergrößerung der letzteren eine entsprechende Verkleinerung der Ringe im Beugungsbild zur Folge hat. Wären nun die Nebelkörperchen hohle Bläschen, so müßte durch eine plötzliche Druckverminderung in der Glaskugel auch eine plötzliche Vergrößerung der Nebelbläschen entstehen, und diese würde sich in einer plötzlichen Verengerung der Ringe bemerkbar machen. Eine erhebliche Druckverminderung läßt sich am einfachsten mittels einer 3—4 Liter fassenden, mit der Wasserluftpumpe leer gepumpten Standflasche herstellen, die durch einen dickwandigen Gummischlauch mit dem Glashahn des mit Dampf gefüllten Glaskolbens verbunden ist. Eine Umdrehung des Hahnes genügt, um in wenigen Sekunden eine Druckverminderung von mindestens $\frac{1}{3}$ Atmosphäre herzustellen. Da trotz der starken Druckerniedrigung eine plötzliche Veränderung der Ringdurchmesser in diesem Falle nicht eintritt, läßt sich mit Sicherheit schließen, daß die Nebelkörperchen keine Bläschen, sondern Tröpfchen sind. Es wäre sehr zu wünschen, daß in Rücksicht auf diesen experimentellen Beweis der Tropfennatur des Nebels die falsche Bezeichnung Nebelbläschen aus den physikalischen Lehrbüchern gänzlich verschwände.

5. Verhalten der Nebeltröpfchen in ruhiger Luft. Bei der Erörterung der Frage, durch welche Kräfte ein Wasserkügelchen, welches circa 800mal so schwer ist als die von ihm verdrängte Luft, sich in der letzteren schwebend erhalten oder in vollkommen ruhiger Luft in dauernd aufsteigende Bewegung geraten kann, finden sich in den meisten Lehrbüchern vielfach irriige Anschauungen entwickelt. Es läßt

²⁾ Clausius, Pogg. Ann. Bd. 76, S. 188; Bd. 84, S. 449. — Kober, Pogg. Bd. 144, S. 395. — Berger, Pogg. Bd. 118, S. 467. Vergl. Bd. 121, S. 654; Bd. 127, S. 97. — von Obermayer, Zeitschr. f. Met. Bd. 12, S. 97. — Budde, Pogg. Bd. 150, S. 576. — Assmann, Met. Zeitschr. 1885, S. 41. — Roth, ebendas. S. 60. — Rob. von Helmholtz, Unters. über Dämpfe und Nebel. Inaug.-Diss. 1885 und Met. Zeitschr. 1886, S. 263.

sich leicht experimentell nachweisen, daß Nebeltröpfchen in ungesättigter Luft (wie z. B. beim Austreten des Dampfstrahls in die freie Atmosphäre) stets in aufsteigende Bewegung geraten, in gesättigter Luft hingegen (wie z. B. bei der Nebelbildung durch starke Druckerniedrigung in dem oben (2.) beschriebenen Versuch) langsam fallen. Aus dieser Erfahrungsthatfache ergibt sich folgende einfache Erklärung für das Schweben oder Aufsteigen von Wassertröpfchen in der atmosphärischen Luft. An der Oberfläche eines in noch nicht gesättigter Luft befindlichen Nebeltröpfchens findet selbstverständlich so lange Verdunstung statt, bis dieses Tröpfchen von einer Hülle vollkommen gesättigter Luft umgeben ist. (Das schnelle Verschwinden der von einer heißen Wasserfläche aufsteigenden Nebeltröpfchen läßt sich namentlich in direktem Sonnenlicht oder bei Beleuchtung mit einer starken künstlichen Lichtquelle beobachten.) Das Tröpfchen selbst wird sich dabei naturgemäß immer an der tiefsten Stelle dieser Lufthülle befinden und kann passend mit der Gondel eines Luftballons verglichen werden; gesättigte Luft ist leichter als die sie umgebende nicht gesättigte, erfährt also in derselben einen nicht unerheblichen Auftrieb. In gesättigter Luft kann ein solcher Auftrieb nicht entstehen, Wassertröpfchen werden daher in gesättigter Luft mit derjenigen Geschwindigkeit fallen, die ausschließlich durch die Reibung an ihrer Oberfläche bedingt ist (siehe Obermayer, Zeitschr. f. Met. Bd. 12, S. 97).

6. Die Beugungsfarben in künstlich erzeugtem Nebel. Beim Durchgang eines von einer kräftigen Lichtquelle ausgehenden Strahlencylinders durch einen mit Nebel gefüllten Glaskolben treten kräftige Beugungsfarben nur dann auf, wenn die Nebeltröpfchen von genau gleicher Größe sind. Solcher Nebel soll im folgenden als homogen bezeichnet werden. Wird in der oben (2.) beschriebenen Art Rauch in einen Glasballon eingeführt, so ist der bei einer Druckerniedrigung entstehende Nebel mit seltenen Ausnahmen homogen, und betrachtet man durch denselben eine fernstehende hellleuchtende Flamme, so wird diese meistens nur von einem schwach rötlich gefärbten Beugungsring umgeben erscheinen. Um homogenen Nebel zu erzeugen, darf nur eine äußerst geringe Menge von äußerst feinem, gleichartigem Rauch in den Kolben eintreten, und auch, wenn diese Bedingung erfüllt ist, wird der Nebel meistens erst dann homogen, wenn durch längeres und wiederholtes Schütteln bei verschlossenem Hahn die gröberen Rauchteilchen sich niedergeschlagen haben. Am sichersten führt folgendes Verfahren zum Ziel: Man entzündet ein vertikal in Sand gestecktes Schwefelholz mit einem heißen Draht, wartet, bis die weißen Phosphordämpfe sich verflüchtigt haben und hält die mit verdünnter Luft gefüllte Flasche so, daß die Öffnung der Glasröhre 15—20 cm über dem Schwefelholz sich befindet, und öffnet den Glashahn höchstens eine halbe Sekunde lang. Bei einiger Übung wird man bald die richtige Stellung der Glasröhre und die Zeitdauer des Hahnöffnens finden, welche zur Herstellung eines homogenen Nebels erforderlich ist. Ist dies erreicht, so füllt sich bei kräftigem Saugen die Flasche mit äußerst feinem, silberglänzendem Nebel, durch welchen hindurch eine stark leuchtende Flamme mit glänzend leuchtenden farbigen Beugungsringen umgeben erscheint. Unter günstigen Verhältnissen sind diese Farben so stark, daß sie eine weithin leuchtende objektive Darstellung gestatten. Man erzeugt zu dem Zweck von einem etwa 2 cm breiten vor der elektrischen Lampe oder einem Zirkonbrenner stehenden Diaphragma ein scharfes Bild auf dem in etwa 4 m Entfernung stehenden Projektionsschirm. Hält man in den austretenden Lichtkegel gleich hinter der Linse die mit homogenem Nebel gefüllte Flasche, so erscheint das Diaphragmenbild auf der Projektionsfläche von breiten farbigen, hellleuchtenden Beugungsringen umgeben.

7. Beugung des direkten Sonnenlichts beim Durchgang durch einen dünnen Wolkenschleier. Fällt das durch direktes Sonnenlicht erzeugte Lichtbild eines Fensters auf einen ganz hellen Fußboden oder auf eine helle Wand, so kann man bei aufmerksamer Beobachtung jedesmal im Schatten des Fensterkreuzes oder an allen Rändern der belichteten Stellen breite, nach innen grün, nach außen bräunlich rot gefärbte Beugungsstreifen erkennen, sobald eine noch etwas gedämpfte Sonnenlicht durchlassende Wolke vor die Sonne tritt. Sehr deutlich und unter günstigen Umständen intensiv gefärbt erscheinen diese Beugungsstreifen, wenn man die Fenster soviel verdunkelt, daß Sonnenlicht in das verfinsterte Zimmer nur durch eine etwa 20 cm weite Öffnung eintreten kann, deren Bild auf einem weißen Schirm aufgefangen wird.

8. Beugungsfarben in Staubplatten. Zur Herstellung von sogenannten Staubplatten wird gewöhnlich der in den Apotheken käufliche Bärlappsamen benutzt. Mit demselben bestäubte Glasplatten lassen aber im allgemeinen auch bei starken Lichtquellen nur 3 ziemlich verwaschene Ringe erkennen. Dies hat seinen Grund darin, daß das käufliche Präparat neben den Sporen von *Lycopodium clavatum* gewöhnlich noch die Pollenkörner verschiedener Nadelhölzer enthält, also organische Gebilde von wesentlich verschiedener Größe. Pollenkörner von ganz gleicher Größe zeigen aber 7–8 intensiv gefärbte Beugungsringe; das ist der Fall bei den schwarzbraunen Sporen von *Boletus cervini*; diese Pilze sind in ganzen Stücken käuflich zu haben, man muß sie im Mörser zerstoßen und die herausfallenden Sporen von größerem Gewebe durch Beuteln mit feinem Musselin reinigen; man erhält dann ein zur Herstellung von Staubplatten vorzüglich geeignetes Präparat.

Aus der Stereochemie¹⁾.

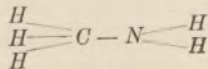
Von

Professor Dr. van 't Hoff in Berlin.

1. Grundzüge der Stereochemie.

Die Stereochemie bildet eine notwendige Stufe in der Entwicklung unserer Auffassung von der Materie.

Als die Stereochemie entstand, hatten unsere Vorstellungen über Atom und Molekül sich schon soweit geklärt, daß man die Art und Zahl der Atome im Molekül und auch deren Bindungsweise feststellen konnte. Beim Methylamin z. B. wurde dies durch die sogenannte Constitutionsformel:



zum Ausdruck gebracht. Nur die relative Lage, ob also das Ganze z. B. in einer Ebene zu denken ist oder nicht, blieb unerledigt. Die Stereochemie setzte sich zum Ziel, diese Lücke auszufüllen und die Constitutionsformel zu einem Configurationsmodell zu entwickeln.

Durch keine Disciplin wird also unsere Auffassung von der Materie so bis in die äußersten Konsequenzen durchgeführt als durch die Stereochemie; und wenn in der letzten Zeit speziell von OSTWALD ernste Bedenken gegen die ganze Atomistik

¹⁾ Vorgetragen im Naturwissenschaftlichen Ferienkursus zu Berlin am 5. und 8. Oktober 1896.

vorgebracht werden, so kann der Stereochemiker Besseres abwarten in der Überzeugung, daß seine, jedenfalls unvollkommene Auffassung bis jetzt das einzige Hilfsmittel zur praktischen Lösung von sehr verwickelten und wichtigen Problemen ist.

Die Entwicklung der Constitutions- zur Configurationsformel ist nicht aus spekulativem Bedürfnis entstanden, sondern durch die Thatsachen aufgezwungen. In dieser Hinsicht hat gerade das sich wiederholt, was auch bei der Ausbildung der Constitutionsformel aus der Molekularformel stattfand.

Als z. B. sich zeigte, daß die Molekularformel C_2H_6O einer Ausarbeitung bedürfe, um der Existenz zweier Isomeren, Äthylalkohol und Methyläther, Rechnung zu tragen, brachten die Constitutionsformeln H_3CCH_2OH und CH_3OCH_3 die Erklärung.

Als WISLICENUS dann fand, daß dieselbe Constitutionsformel $CH_3CHOHCO_2H$ mehreren Milchsäuren entspreche, deren Zahl sich jetzt auf drei, zwei entgegengesetzt aktive und eine inaktive Säure beläuft, da brachte die Configurationsformel, also die Stereochemie, Abhülfe. Denn will man zu einer befriedigenden Darstellung der molekularen Beschaffenheit gelangen, so muß nicht nur die Bindung von Atom zu Atom, also die Aufeinanderfolge, sondern auch die wirkliche Lage und die mögliche Bewegung dieser Atome zum Ausdruck kommen.

Von Bewegung sieht die Stereochemie vor der Hand ab und, falls sie wirklich den Bau des Moleküls darzustellen erreicht hat, kann sie dies nur beanspruchen für die Sachlage, die dem absoluten Nullpunkt der Temperaturskala, $-273^\circ C.$, entspricht. Bekanntlich hören dort Molekular- und Atombewegung auf. Unsere starren Modelle können also höchstens diesem Zustande entsprechen.

Durchmustern wir jetzt die Lagerungsmöglichkeiten und sehen wir zu, welche sich z. B. der durch die Milchsäureisomerie gebotenen Notwendigkeit anpaßt, so ergibt sich, daß nur eine einzige Annahme sich dafür eignet und zwar die der tetraëdrischen Gruppierung der vier an Kohlenstoff gebundenen Atome oder Atom-complexe. Wir haben dann gerade bei einem Körper wie der Milchsäure eine Isomeriemöglichkeit mehr, die in sämtlichen Körpern zu erwarten ist, welche dem Symbol



entsprechend, vier unter sich verschiedene Gruppen am Kohlenstoff tragen. Dies ist aber der Fall bei der Milchsäure $C(H.OH.CO_2H.CH)$ und auch bei der Weinsäure, bei der eine entsprechende Isomerie schon früher von PASTEUR entdeckt war.

Daß jede Annahme außer der einer tetraëdrischen Gruppierung ausgeschlossen ist, ergibt sich daraus, daß keine andere erklärt, weshalb bei Gleichheit zweier verbundenen Gruppen, also beim Symbol



die eigentümliche von der Constitutionsformel unerklärte Isomerie nicht auftritt. Die aus den verschiedenen Milchsäuren entstandenen Propionsäuren, $C(H.H.CO_2H.CH_2)$, sind z. B. nicht mehr unter sich verschieden.

Die bildliche Darstellung der so gewonnenen Auffassung läßt sich in zwei Weisen geben.

Einerseits läßt sich das reguläre Tetraëder beibehalten und die Verschiedenheit oder Gleichheit der gebundenen Gruppen und Atome durch irgend eine Verschiedenheit, z. B. der Farbe, ausdrücken. (v. BAEYERS Modelle nach Kekulé, angefertigt von Sendtner in München).

Andererseits läßt sich auch eine atommechanische Notwendigkeit berücksichtigen. Ohne über die Natur der zwischen den Atomen wirkenden Kräfte etwas aus-

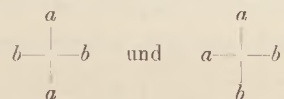
zusagen, läßt sich doch behaupten, daß die tetraëdrische Gruppierung auftritt, indem vom Kohlenstoff anziehende Wirkungen ausgehen, welche die vier gebundenen Gruppen zusammenhalten. Von diesen Gruppen gehen dagegen gegenseitig abstoßende Kräfte aus. Denken Sie sich Kohlenstoff positiv elektrisch geladen, die vier gebundenen Gruppen negativ elektrisch, dann stellt sich die tetraëdrische Gruppierung ein. Nicht unwahrscheinlich ist es aber, daß die gegenseitige Wirkung nur gleich ist, falls es auch die betreffenden Gruppen sind; also nur für den Fall $C(a)_4$, z. B. beim CH_4 (Methan), wäre das Tetraëder regulär. Bei $C(a)_3b$, $C(a)_2(b)_2$, $C(a)_2bc$, $C(abcd)$ würden Gruppierungen erhalten werden, die sich durch besondere Modelle erläutern lassen; im letzten Fall ergibt sich eine enantiomorphe Form, die also in zwei Modifikationen auftreten kann, welche gegenseitige Spiegelbilder sind.

Für die zunächst in Betracht kommenden Schlußfolgerungen sind beide Vorstellungsarten gleich geeignet, die erstere empfiehlt sich aber der Einfachheit halber.

Bevor wir nunmehr auf die Kohlenstoffderivate näher eingehen, sei erörtert, was in gleicher Richtung für andere Elemente gefunden ist. Nachdem die Notwendigkeit und Fruchtbarkeit der stereochemischen Betrachtung für Kohlenstoffverbindungen dargethan war, sind auf dem Gebiet der Stickstoff-, Platin- und Kobaltverbindungen Isomerieerscheinungen entdeckt worden, die zu entsprechenden Ausführungen leiteten.

Bei Stickstoffverbindungen ist die betreffende Isomerie (durch GOLDSCHMIDT, V. MEYER, HANTZSCH) bis jetzt nur an kohlenstoffhaltigen Derivaten beobachtet und also im Anschluß an letztere zu behandeln.

Beim Platin findet man an Derivaten der Gesamtformel $Pt(a)_2(b)_2$ Isomerie wie z. B. in $Pt(NH_3)_2Cl_2$, das als Platosamin- und als Platosamidiaminchlorid auftritt, eine Isomerie, die bei Kohlenstoffderivaten nicht besteht. Es wurde deshalb vorgeschlagen (von WERNER), die tetraëdrische durch eine in der Ebene gelegene Gruppierung zu ersetzen, entsprechend



Beim Kobalt ist in den isomeren Reihen der grünen Praseokobaltaminsalze und der violetten Violeokobaltaminsalze, welche beide das Radikal $Co(NH_3)_4Cl_2$, allgemeiner $Co(NH_3)_4b_2$ oder $Co(a)_4(b)_2$ enthalten, eine gleiche Anleitung zu stereochemischen Entwicklungen gegeben. Das Auftreten von zwei und bis dahin nur zwei Isomeren bei sechszähliger Gruppierung hat WERNER zur Annahme von Oktaëdern geführt. Es handelt sich dabei jedoch um Vorschläge, die noch der weiteren Prüfung sehr bedürftig sind.

Beim Kohlenstoff dagegen hat sich auf dem Boden der stereochemischen Auffassung ein schon ziemlich imposantes Gebäude entwickelt, das jetzt näher zu betrachten ist.

Die einfachste, grundlegende Isomerieerscheinung, welche die Anwesenheit eines asymmetrischen Kohlenstoffatoms $C(abcd)$ begleitet, ist eigentümlicher Art und entspricht der Erklärung durch die enantiomorphen Modelle.

Nehmen wir irgend ein gewöhnliches Isomerenpaar, z. B. Ortho- und Metadichlorbenzol, so haben wir, bei Gleichheit in Zusammensetzung und Molekulargewicht, Differenzen in fast jeder Hinsicht, im Körper an und für sich Verschiedenheit von Schmelz- und Siedepunkt, von spezifischem Gewicht u. s. w.; im Verhalten anderen Körpern gegenüber verschiedene Löslichkeit und Verschiedenheit in sämtlichen Affinitätsäufserungen.

Nehmen wir dagegen ein Paar Isomeren mit asymmetrischem Kohlenstoff, z. B. Links- und Rechtsweinsäure, so zeigen beide Körper an und für sich völlige Identität, was auch der angenommenen Gleichheit des Molekülbaues entspricht (Gleichheit von Molekularvolum und -attraktion, b und a in der CLAUSIUS-V. D. WAALSSchen Formel), nur wo Dissymmetrie in den Eigenschaften möglich ist, äußert sie sich, so in entgegengesetzter und gleicher optischer Aktivität der Lösung, in enantiomorpher Krystallform. Im Verhalten anderen Körpern gegenüber hängt alles davon ab, ob diese Körper symmetrisch, ohne asymmetrischen Kohlenstoff, oder unsymmetrisch konstituiert sind. Im ersten Fall ist Gleichheit in jeder Hinsicht vorhanden, die Links- und Rechtsweinsäuren sind z. B. in inaktiven Flüssigkeiten gleich löslich, verhalten sich gegenüber inaktiven Basen ganz gleich und geben damit entsprechend zusammengesetzte Salze. Im zweiten Fall treten Differenzen auf; in Bezug auf die Löslichkeit der Weinsäure, z. B. in aktivem Amylalkohol, ist dies durch die neuen Versuche von TOLLOCOZ noch nicht ganz festgestellt; mit aktiven Basen aber, Cinchonin z. B., entstehen ganz verschiedene Salze, und damit hängt auch die verschiedene physiologische Wirkung zusammen, da der Organismus wesentlich aus aktivem Material, z. B. Eiweiß, besteht. So ist das eine Asparagin geschmacklos, das andere süß, und es differiert auch die Giftigkeit beider Weinsäuren. Bildlich zeigt sich die Notwendigkeit dieser Gleichheit und Differenz folgendermaßen

- 1: Aktiv (C und C) und inaktiv (o)
2: - (C - C) - aktiv (C und C).

Da ungleichschenklige Dreiecke, falls nur Bewegungen in der Ebene zugelassen werden, in zwei nicht zur Deckung zu bringenden Formen auftreten, so können dieselben entgegengesetzt aktive Moleküle vorstellen. Ein gleichschenkliges Dreieck entspricht dann dem inaktiven Molekül. Fig. 1 zeigt, daß Gleichheit gegenseitiger Wirkung resp. der Lage in jeder Hinsicht möglich ist, falls „links“ und „rechts“ gegenüber „inaktiv“ stehen, während aus Fig. 2 hervorgeht, daß dies für „links“ und

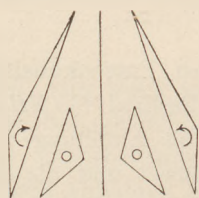


Fig. 1.

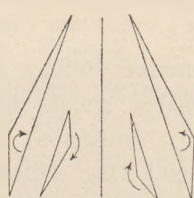


Fig. 2.

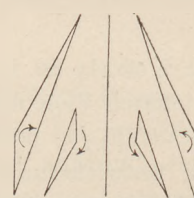


Fig. 3.

„rechts“ gegenüber derselben aktiven Substanz nicht möglich ist. Fig. 3 zeigt dann, daß dagegen wieder ein gleiches Verhalten möglich ist, falls „links“ und „rechts“ den verschiedenen Antipoden eines aktiven Körpers gegenübergestellt wird.

2. Hauptbestätigungen und Folgerungen.

Führen wir nunmehr die Hauptbestätigungen und Folgerungen vor, indem wir uns dabei den einfachsten Repräsentanten zuwenden.

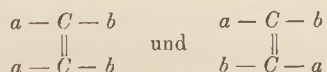
1. Von aktiven Körpern mit asymmetrischem Kohlenstoff ist als einfachster Vertreter ganz kürzlich $CBrClF.CO_2H$ dargestellt und die Erhaltung des aktiven Fluorchlorbrommethans, die einfachst denkbare Möglichkeit, damit in Aussicht gestellt.

2. Handelt es sich um die einfache Kohlenstoffbindung, so läßt sich das durch zwei Modelle darstellen, die derart zusammengesetzt sind, daß die beiden Kohlenstoffatome in den Eckpunkten der beiden Tetraeder gelagert sind. Die Möglichkeit

einer Rotation der drei andern Gruppen um die die beiden Kohlenstoffatome verbindende Achse bleibt dann jedoch bestehen und es wären z. B. isomere Bernsteinsäuren, $CO_2HCH_2CH_2CO_2H$, denkbar, die ihre Carboxylgruppen bei einander oder einander gegenüberliegend enthalten. Einen Augenblick lang schien diese Möglichkeit in den beiden Benzildioximen, $C_6H_5C(NOHC)(NOHC)C_6H_5$, verwirklicht; diese Differenz beruht jedoch auf anderem Grund und da die betreffende Isomeriemöglichkeit unverwirklicht blieb, ist anzunehmen, daß unter dem Einfluß der von jeder an Kohlenstoff gebundenen Gruppe ausgehenden Wirkungen nur eine einzige Stellung verwirklichtbar ist.

Die Isomerieen, welche bei einfach gebundenem Kohlenstoff auftreten, sind also durch die Anwesenheit asymmetrischer Kohlenstoffatome bedingt, deren jede eine Verdoppelung der Isomeriemöglichkeiten hervorbringt, so daß bei n derartigen Kohlenstoffatomen 2^n Isomeren zu erwarten sind. Eine Einschränkung erleidet diese Zahl, falls bei mehreren asymmetrischen Kohlenstoffatomen eben dadurch das Molekül einen symmetrischen Bau aufweisen kann, wie bei der Weinsäure, $CO_2H.CHOHCHOH.CO_2H$, wo die zwei gleichen Gruppierungen, $CO_2H.CHOH$, einander entsprechend symmetrisch gegenübergestellt sein können. Anwendung der Modelle in dem beschriebenen Sinne führt dann zu drei statt vier ($2^n = 2^2 = 4$) Möglichkeiten, einer asymmetrischen und deren Spiegelbild, l. und r. Weinsäure und dann einer symmetrischen, der nicht spaltbaren inaktiven Weinsäure, wohl zu unterscheiden von der durch Verbindung der optischen Antipoden gebildeten Traubensäure.

3. Bei doppeltgebundenem Kohlenstoff führt das Zusammenfallen zweier Tetraëderecken, also einer Tetraëderkante zum Aufheben der im vorigen Fall möglichen freien Drehung. Dementsprechend sind, falls die beiden an Kohlenstoff gebundenen Gruppen verschieden sind, entsprechend dem Symbol $C(ab)C(ab)$ zwei Möglichkeiten vorauszusetzen, welche den Figuren



entsprechen. In der Fumar- und Maleinsäure, $CH(CO_2H)CH(CO_2H)$, finden dieselben ihre Verwirklichung, während auf dem Gebiet der Stickstoffderivate bei der Formel $C(ab)Nx$ fast durchgehend eine Isomerie gefunden wird, die von vielen durch entsprechende Symbole gedeutet wird:



Es gehören hierher z. B. die Benzildioxime, von denen oben die Rede war.

4. Während bei dreifacher Bindung an Körpern, wie Acetylen, $HC \equiv CH$, z. B. keine neue Isomerieerscheinung vorauszusehen ist, giebt die sog. Ringbindung dazu

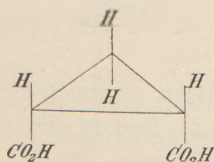


Fig. 4.

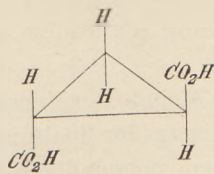


Fig. 5.

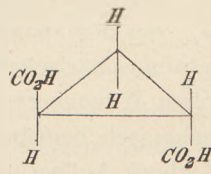


Fig. 6.

wiederum Veranlassung. Bildlich läßt sich dieselbe am besten durch die Modelle von Friedländer darstellen: Vier gleichlange central zusammengekittete Gummiröhrchen, die nach den Ecken eines Tetraeders hin gerichtet sind und durch hinein-

passende Holzstäbchen mit farbigen Kugeln oder gegenseitig verbunden werden können. Im einfachsten Fall, beim Trimethylenring, z. B. bei der Dicarbonsäure, $CH(CO_2H)CH(CO_2H)CH_2$, lassen sich drei Möglichkeiten voraussetzen, wovon Fig. 5 und Fig. 6 den enantiomorphen, also entgegengesetzt optisch aktiven Formen, Fig. 4 einer symmetrischen Form entspricht. Bis dahin wurden zwei Isomeren gefunden, beide inaktiv, deren eine also Fig. 4, deren andere die bez. racemische Verbindung von 5 und 6 sein kann.

5. Vollständigkeitshalber sei, in Bezug auf Stickstoff- und Kohlenstoffderivate, noch erwähnt, daß LE BEL die Verbindung $N(CH_3)(C_2H_5)(C_3H_7)(C_4H_9)Cl$, also Methyläthylpropylbutylammoniumchlorid, optisch aktiv erhalten haben will, daß jedoch die Drehung sich verlor und seitdem die betreffende Form nicht mehr erhalten werden konnte.

3. Neue Forschungen über die Spaltung.

Bekanntlich wird bei der Darstellung von Körpern mit asymmetrischem Kohlenstoff im Laboratorium nicht sofort die aktive Form erhalten, sondern ein Gemisch oder eine Verbindung der optischen Antipoden. Dies entspricht der gleichen mechanischen Wahrscheinlichkeit, daß in einem Körper $C(aabc)$ die eine oder die andere Gruppe a durch d z. B. ersetzt wird.

Die Darstellung aktiver Körper schließt also noch eine zweite Operation in sich, die Trennung der entgegengesetzt aktiven, die sogenannte Spaltung. Die gewöhnlichen Trennungsmethoden reichen dabei, als Folge der gleichen Beschaffenheit beider Isomeren, nicht aus und erst PASTEUR hat das eigentümliche, hier zum Resultat führende Verfahren erkannt.

In erster Linie sind es niedere Organismen, wie Pilze, welche unter geeigneten Umständen von den Antipoden nur das eine zu sich nehmen können, z. B. beim Wachsen auf der inaktiven Lösung des l. und r. weinsauren Ammons bleibt schließlich eine nur linksweinsaures Salz enthaltende Lösung übrig.

Zweitens sind es die aktiven Verbindungen selber, die wieder andere aktive erzeugen können; bei Sättigung der l. und r. Weinsäuremischung mit Cinchonin z. B. entstehen die beiden resp. l. und r. weinsauren Salze, die durch deren verschiedene Löslichkeit sich trennen lassen.

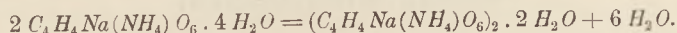
Drittens krystallisieren in speziellen Fällen, z. B. beim Natriumammoniumsalz der Weinsäure, die entgegengesetzt Aktiven spontan getrennt neben einander aus und lassen sich mechanisch auslesen.

PASTEUR nahm in seiner Auffassung von diesen Methoden zur Darstellung aktiver Substanzen einen eigentümlichen Standpunkt ein; er war der Meinung, daß die lebendige Natur, direkt oder indirekt, bei Erhaltung aktiver Körper die entscheidende, unentbehrliche Rolle spiele. Entweder sind es die Organismen selbst in der ersten Methode, oder das von ihnen gelieferte aktive Material, wie Cinchonin, in der zweiten Methode. Bei der spontanen Spaltung schließlich vermutete er die Mitwirkung organisierter atmosphärischer Keime.

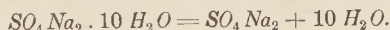
Schon WYROUBOFF hat dieser Meinung widersprochen, doch vermochte er nicht eine mechanisch begründete Erklärung der Spaltung zu geben. Erst in der neuesten Zeit ist diese Auffassung von einem notwendigen Dazwischentreten der lebendigen Natur beseitigt. Schon bei der Wirkung von Organismen bewegen sich die Resultate neuester Forschung in dieser Richtung; es zeigte sich, daß die Wirkung auch dort von eigentümlichen, im Organismus vorhandenen und daraus isolierbaren nicht organisierten Verbindungen, sog. Fermenten oder Enzymen herrührt; und bei der spon-

tanen Spaltung lässt sich ganz scharf nachweisen, wann und wodurch dieselbe möglich ist.

Verfolgen wir dazu die Thatsachen weiter am Natriumammoniumtartrat. Schon STÄDEL fand bei Wiederholung der PASTEURSchen Versuche, dafs die Lösung statt der Krystalle von l. und r. Doppeltartrat — $C_4H_4Na(NH_4)O_6 \cdot 4H_2O$ — unter Umständen ein inaktives Racemat — $(C_4H_4Na(HN_4)O_6)_2 \cdot 2H_2O$ — ausscheidet. Dies schien der PASTEURSchen Vermutung von Keimwirkung günstig zu sein, aber WYROUBOFF fand, dafs es sich um eine Temperaturfrage handelt, und dafs aus derselben Lösung, je nachdem oberhalb oder unterhalb 26° gearbeitet wird, Racemat oder Tartrat krystallisiert. Ich konnte dann, in Vereinigung mit VAN DEVENTER, nachweisen, dafs es sich hier um eine sog. Umwandlungserscheinung handelt und dafs die Mischung der l. und r. Doppeltartrate bei 26° eine Teilschmelzung erleidet unter Verwandlung in Racemat nach der Gleichung:



Dadurch ist die Erscheinung anderen auf anorganischem Gebiet gelegenen an die Seite zu stellen, am einfachsten der Teilschmelzung von Glaubersalz bei 32° :



Dementsprechend lässt sich die betreffende Temperatur wie ein Schmelzpunkt bestimmen. Eingetaucht in umgewandeltes Glaubersalz stellt sich das Thermometer bei Abkühlung auf 32° ein. Die umgewandelte Tartratmischung würde dasselbe bei 26° zeigen. Zum Arbeiten mit kleineren Substanzmengen, was in derartigen Fällen geboten ist, eignet sich aber besser ein einfaches Dilatometer (Reservoir mit Kapillare und angeklebter Millimeterskala) und eine oberhalb 26° eintretende Ausdehnung, die unterhalb wieder rückgängig wird, zeigt die betreffende Umwandlungserscheinung sehr scharf an.

Noch weiter lässt sich dies verfolgen, falls die Beziehung berücksichtigt wird, welche zwischen der Umwandlungserscheinung und dem Löslichkeitsverhalten besteht. Die Umwandlung im Glaubersalz entspricht bekanntlich einem Schnittpunkt zweier Löslichkeitskurven (Fig. 7), die sich resp. auf $SO_4Na_2 \cdot 10H_2O$ und SO_4Na_2 beziehen und derart unter einem Knick (bei P) zusammenstoßen, dafs oberhalb 32° das Hydrat ($SO_4Na_2 \cdot 10H_2O$), unterhalb das Anhydrid (SO_4Na_2) die löslichere Modifikation ist, was dem Sinne der Umwandlung in beiden Fällen entspricht.

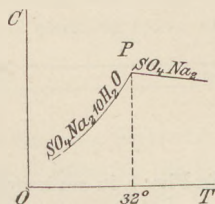


Fig. 7.

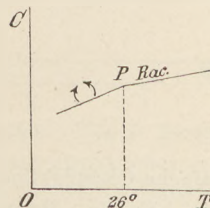
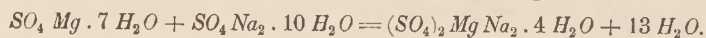


Fig. 8.

Ganz dasselbe stellt sich heraus beim Gemisch von Tartrat und beim Racemat, deren resp. Löslichkeitskurven bei 26° (in P, Fig. 8) zusammenstoßen; auch dort ist der Knick derart, dafs oberhalb 26° die Tartratmischung, unterhalb das Racemat die löslichere, also die weniger stabile Form ist.

Dem völligen Zutreffen in dieser Vergleichung steht nur noch eine Lücke im Wege, und zwar, dafs bei der Tartratumwandlung zwei Salze resp. links- und rechtsdrehend zusammenkommen, um unter Wasserausscheidung ein Complex, das Racemat,

zu bilden, während bei Glaubersalz ein einziges Salz, $SO_4Na_2 \cdot 10H_2O$, diese Rolle übernimmt. Darum sei noch hinzugefügt, daß auch auf anorganischem Gebiet Fälle aufzuweisen sind, die in dieser Beziehung der Tartratmischung an die Seite gestellt werden können. Das Doppelsalz Astrakanit z. B., $(SO_4)_2MgNa_2 \cdot 4H_2O$, bildet sich oberhalb 22° aus seinen Componenten unter Wasserabspaltung nach der Gleichung:



Der Zerfall dieses Salzes unter 22° , wobei der durch Verreiben mit der nötigen Wassermenge entstandene dünne Brei zu einer festen Masse erstarrt, ist also eine Umwandlung, die der Spaltung optischer Antipoden wie bei Natriumammoniumtartrat vollkommen zur Seite steht und jeder Einwirkung der belebten Natur entbehren kann.

Kleine Mitteilungen.

Über eine neue Form des Versuchs von Trevelyan.

Von Dr. N. Traverso in Tortona.

Allgemein bekannt ist der Versuch, der gewöhnlich unter dem Namen des Versuchs von Trevelyan geht. Ein an der Kante ausgekehltes Stück Messing ist an einem gut abgerundeten Stiel befestigt; wird es auf über 100° erwärmt und dann auf eine Bleiplatte gelegt, so führt es rasche Schwingungen aus, die einen im allgemeinen ziemlich hohen Ton hervorrufen. Man kann zu dem Versuch auch eine Schaufel von passender Gestalt, z. B. eine gewöhnliche Kohlschaufel, benutzen, indem man sie auf 100° oder darüber erhitzt und über die Kanten zweier Bleiplatten legt, die man, durch einen schmalen Zwischenraum getrennt, nebeneinander in einen Schraubstock spannt; die Schaufel beginnt dann plötzlich von der einen Platte zur andern zu oscillieren. Bei der Form, die ich dem Versuch gebe, tritt das Umgekehrte ein; das erwärmte Metall bleibt unbewegt, und die Schwingungen werden von einem passend gestalteten zweiarmigen Hebel ausgeführt.

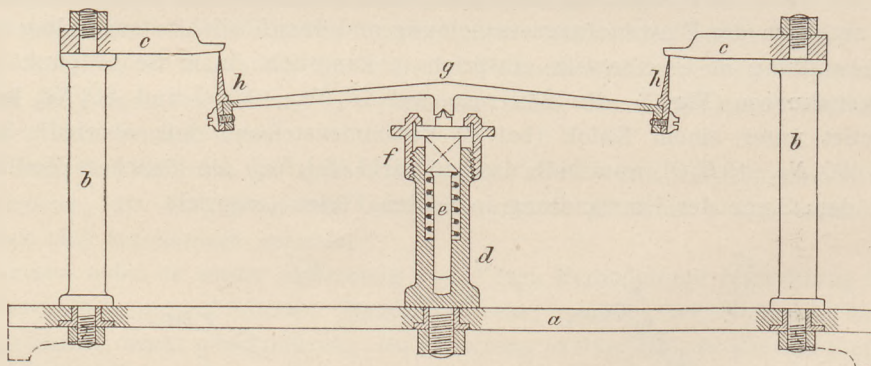


Fig. 1.

Die sehr einfache Konstruktion des Apparates ist in Fig. 1 in senkrechtem Durchschnitt dargestellt. An ein hölzernes Grundbrett *a* sind mittels Schrauben zwei Metallsäulchen *b b* befestigt; jede von ihnen trägt am oberen Ende eine Messing- oder Kupferplatte, die in Fig. 2 in der Oberansicht dargestellt ist. In der Mitte des Grundbretts ist eine dritte Säule *d* angebracht, in der eine Spindel *e* auf- und abgleiten kann.

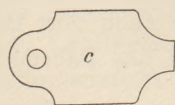


Fig. 2.



Fig. 3.

Durch Drehen des Scheibchens *f* kann die Spindel gesenkt werden; dreht man das Scheibchen in umgekehrter Richtung, so wird die Spindel durch eine Feder aus Stahl, die sich im Innern von *d* befindet, nach oben gedrückt. Ein Stück der Spindel ist von quadratischem Querschnitt und ebenso der entsprechende Teil des Innenraums von *d*, in dem sich auch die erwähnte Feder befindet. Auf diese Weise wird verhin-

dert, daß die Spindel sich während einer senkrechten Verschiebung um ihre Achse dreht. Das obere Ende der Spindel e ist in Fig. 3 in der Seitenansicht dargestellt; es hat die Gestalt einer (von vorn nach hinten gerichteten) scharfen Schneide und trägt einen zweiarmigen Hebel g , der durch zwei Vorsprünge an den Enden der Schneide verhindert wird, sich senkrecht zur Ebene der Zeichnung zu verschieben. Am Ende eines jeden Hebelarms ist durch eine Schraube ein keilförmiges Bleiplättchen h befestigt (in der Figur schraffiert), dessen Breite am oberen Ende 5 mm beträgt. Der Schwerpunkt des Hebels muß oberhalb seiner Stützlinie liegen, sodafs der Hebel sich in labilem Gleichgewicht befindet.

Um den Apparat in Thätigkeit zu setzen, senkt man die Spindel e genügend weit und nimmt den Hebel g heraus. Dann werden die Metallplatten c bis zu einer Temperatur über 100° erwärmt; der Hebel wird an seine Stelle zurückgesetzt und die Spindel gehoben, bis die Bleiplättchen h sich in ganz geringem Abstand von den Platten c befinden. Die schwingende Bewegung giebt sich auch hier durch einen Ton kund. Wenn man will, kann man die Bewegung dadurch sichtbar machen, daß man an dem Ende des einen Hebelarmes ein Spiegelchen befestigt und einen Lichtstrahl daran reflektieren läßt. Die Erscheinung ist dieselbe, wie bei dem bekannten Versuche von Lissajous.

Der Winkel der höchsten Empfindlichkeit der Tangentenbussole.

Von W. Weiler.

Der Strom J bringe die Nadelablenkung α hervor und J_1 die Ablenkung β ; unter welchen Bedingungen ist dann die Differenz $(\beta - \alpha)$ ein Maximum, wenn J und J_1 sehr wenig verschiedene Werte besitzen?

Man hat $\frac{J_1}{J} = \frac{\text{tg } \beta}{\text{tg } \alpha}$, woraus $\text{tg } \beta = \text{tg } \alpha \frac{J_1}{J}$.

Ferner ist $\text{tg}(\beta - \alpha) = \frac{\text{tg } \beta - \text{tg } \alpha}{1 + \text{tg } \beta \text{tg } \alpha} = \frac{\text{tg } \alpha \frac{J_1}{J} - \text{tg } \alpha}{1 + \frac{J_1}{J} \text{tg}^2 \alpha} = \frac{\frac{J_1}{J} - 1}{\frac{1}{\text{tg } \alpha} + \text{tg } \alpha \frac{J_1}{J}}$.

$\text{tg}(\beta - \alpha)$ wird ein Maximum, wenn der Nenner ein Minimum wird. Setzt man

$$\frac{1}{\text{tg } \alpha} + \text{tg } \alpha \frac{J_1}{J} = \left(\frac{1}{\sqrt{\text{tg } \alpha}} - \sqrt{\text{tg } \alpha} \frac{J_1}{J} \right)^2 + 2 \sqrt{\frac{J_1}{J}};$$

so wird dieser Ausdruck ein Minimum, wenn

$$\frac{1}{\sqrt{\text{tg } \alpha}} - \sqrt{\text{tg } \alpha} \frac{J_1}{J} = 0, \text{ woraus } \frac{1}{\sqrt{\text{tg } \alpha}} = \sqrt{\text{tg } \alpha} \frac{J_1}{J} \text{ und } \text{tg}^2 \alpha = \frac{J}{J_1}, \text{ tg } \alpha = \sqrt{\frac{J}{J_1}}.$$

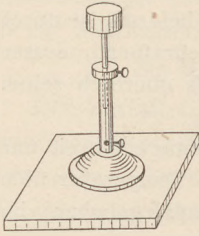
Vorausgesetzt war, daß der Wert von J_1 dem Werte von J sehr nahe komme; beim Grenzwert ist $J_1 = J$ und somit $\text{tg } \alpha = 1$ und Winkel $\alpha = 45^\circ$.

Für die Praxis.

Nochmals Rogets Spirale als Wellenmaschine. Von P. Meutzner in Annaberg. In Band X, S. 92 d. Z. habe ich die Verwendung der in vielen physikalischen Sammlungen vorhandenen Rogetschen Spirale zur Veranschaulichung des Schwingungszustandes der Luft in gedeckten Pfeifen (beim Grund- und ersten Obertone) empfohlen. Geben doch auch die kürzeren Spiralen ohne alle Schwierigkeit die erste Oberschwingung $\left(l = \frac{4 \lambda'}{3} \right)$. Will man auch noch die zweite Oberschwingung $\left(l = \frac{5 \lambda''}{4} \right)$ so hervorrufen, daß sie mit ihren Knotenstellen bei $\frac{1}{5} l$ und $\frac{3}{5} l$ aus grösserer Ferne deutlich erkennbar ist, so bedarf man einer Spirale von 120 Windungen, deren 24. und 72. Ring, vom Kugelende aus gezählt, zweckmäßiger Weise auffällig bezeichnet wird.

Wer einmal Rogets Spirale anschafft, sollte hiernach Bedacht darauf nehmen, daß sie zugleich zur Vorführung der genannten stehenden Längsschwingungen verwendet werden

kann. Geeignete Abmessungen sind nach meiner Erfahrung 120 Windungen, von 32 mm Durchmesser, eines harten Kupferdrahtes von 1 mm Dicke. Das obere Ende der Spirale wird etwa in einem hochgestellten Retortenhalter befestigt, das Kugelende taucht in ein eisernes Quecksilbernapfchen, dessen Stiel nach Bedarf in verschiedener Höhe festgeklemmt werden kann und dessen (messingener) Ständer gleichzeitig der Stromleitung dient (s. Fig.). Eine solche Vorrichtung ist nötig, weil sich die Spirale beim Durchgange des Stromes durch die Joulesche Wärme ganz erheblich ausdehnt, eine Verstellung der ganzen Spirale aber die glatte Ausführung der Versuche in lästigster Weise stört und verzögert.



Über die Behandlung des Apparates noch folgende Winke. Der Mechaniker soll die Spirale möglichst straff gewickelt liefern; so ist sie aber für ein schönes Experimentieren noch nicht brauchbar: durch ihr Gewicht zieht sie die oberen Ringe ziemlich weit auseinander, während die unteren Windungen eng geschlossen bleiben! Man muß deshalb durch wiederholtes Durchziehen eines starken Bleistiftes die unteren Windungen recht vorsichtig so weit von einander entfernen, daß alle Windungen der freihängenden Spirale möglichst gleichweit von einander abstehen, eine etwas mühsame Operation.

Bei der angegebenen Länge geht infolge der allmählichen Erwärmung die Grundschwingung meist ganz von selbst in die erste Oberschwingung über. Die zweite Oberschwingung einzuleiten, bedarf es einiger Übung und — Geduld, weshalb man besser thun wird, noch vor Eintritt der Zuhörer den Versuch in Gang zu bringen. Man beschränkt mittels der Enden einer angeschobenen Pincette die Bewegungsfreiheit des 24. Ringes, berührt vielleicht auch noch ganz leise den 72. Ring mit dem Finger: bei richtig gewählter Stromstärke — hat man keine Akkumulatoren zur Verfügung, dürften mindestens 3 kräftige Bunsen erforderlich sein — erhält man leicht die gewünschte Schwingungsform, die weithin deutlich sichtbar in mehrfacher Hinsicht ein dankbarer Beobachtungsgegenstand ist. Sind alle Vorsichtsmaßregeln genau berücksichtigt, so erhält sich der einmal hervorgerufene Schwingungszustand auch nach behutsamer Entfernung der Pincette längere Zeit.

Ein neues Stativ über den Bunsenbrenner. Von Prof. Dr. E. Steiger in St. Gallen. Im Laboratorium der hiesigen Kantonsschule machte sich das Bedürfnis fühlbar, auch im elementaren chemischen Praktikum jedem Schüler ein eisernes Stativ ins Inventar zu geben. Da indessen Bunsenstative ziemlich teuer sind und deren Aufstellung viel Platz erheischt, so suchte ich mir durch die Konstruktion eines billigeren und compendiöseren Stativs zu helfen. Der Triangel *a* (Fig. 1), der sonst als Träger des einfachen Schornsteins dient, wurde in etwas größeren Abmessungen hergestellt, jedes Ende rechtwinklig zu einem Haken umgebogen und an dem einen eine Stellschraube *b* angebracht. Diese dient zum Feststellen des zweiten Teiles des Apparates, nämlich eines beidseitig offenen Cylinders *c* (Fig. 2), der oben mit einer Anzahl von Öffnungen versehen ist, die den Verbrennungsgasen freien Austritt gestatten, wenn der Cylinder durch ein Gefäß, etwa einen Kochkolben, abgeschlossen wird.



Fig. 1.

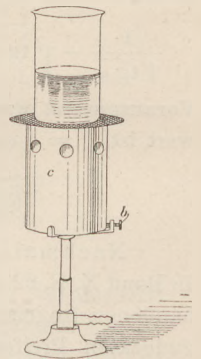


Fig. 2.

Das Erhitzen der Gefäße geschieht wie gewohnt, entweder auf dem Drahtdreieck, dem Drahtsieb, oder der Asbestplatte.

Dieses sog. Cylinderstativ hat sich als außerordentlich praktisch erwiesen; es versieht zugleich die Stelle des Schornsteins und kann auf jedem Bunsenbrenner mit Leichtigkeit angebracht werden. — Die Vorrichtung ist gesetzlich geschützt (D.R. G.-M 75817) und wird von der Firma C. Desaga in Heidelberg hergestellt.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Wärmemühle. Diese von ALFRED BENNETT (*Engineering* LXIII 239, 1897; *Zeitschr. f. Instr.* XVII 220) angegebene Vorrichtung besteht aus einem leichten, in Spitzen laufenden Flügelrädchen *E* (Fig. 1), das von einem Glasrohr *A* umgeben ist, auf dem oben ein Schornsteintrichter *B* sitzt. Das Ganze wird von einer Glasglocke *G* überdeckt. Stellt man eine solche „Convektionsmühle“ im Freien auf, so dringt die strahlende Wärme der Sonne oder des Tageslichts durch die Glasglocke und den Cylinder hindurch und erwärmt die Mühle und alle sonstigen Teile der Vorrichtung. Die erwärmte Luft steigt im Schornstein auf, kühlt sich an der kälteren Glaswand ab, sinkt zu Boden und tritt dann von unten her wieder in den Glascylinder ein. Es entsteht so ein Luftstrom in der Richtung der Pfeile, der die Mühle in Bewegung setzt. Die Anzahl der Umdrehungen der Mühle gestattet einen Schluss auf die Größe der Wärmestrahlung. Das Instrument ist so empfindlich, daß BENNETT damit die Strahlung des Mondes nachweisen konnte.

Diese Wärmemühle läßt sich in der Anordnung, die in Fig. 2 angegeben ist, auch als Kalorimeter benutzen. Die oben mit einer Öffnung versehene Glasglocke sitzt in dem Gefäß *U*, das durch einen bei *V* eintretenden Wasserstrom in unveränderlichem Wärmezustand erhalten wird; das Wasser verläßt das Gefäß *U* durch die Öffnung *U*₂ und fließt,

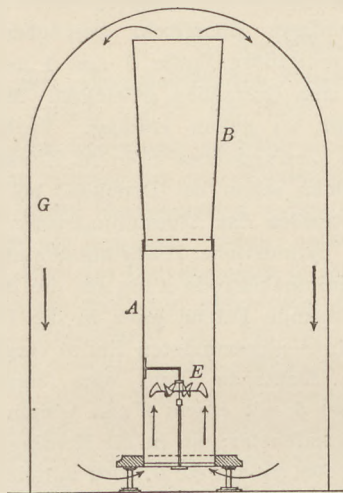


Fig. 1.

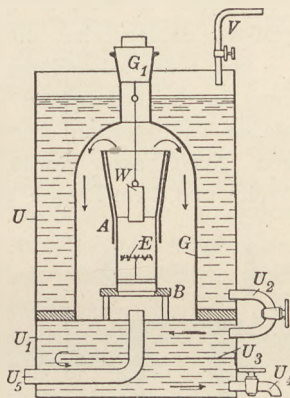


Fig. 2.

nachdem es die beiden Kästen *U*₁ und *U*₂ durchströmt hat, durch *U*₄ ab. Mittels der Röhre *U*₅ kann man den Innenraum mit einem beliebigen Gase füllen. Solange ein völliges Temperaturgleichgewicht noch nicht erreicht ist, dreht sich die Mühle *E*, sie gelangt erst zum Stillstand, wenn der Wärmezustand des Innenraums nur noch $\frac{1}{6}^{\circ}\text{C}$. von dem des Wassers verschieden ist. Wird ein Körper *W* bis zu einem bestimmten Wärmegrad erhitzt und dann an dem luftdicht schließenden Stopfen *G*₁ hängend in den Raum über der Mühle *E* eingesenkt, so beginnt die Mühle sich zu drehen, und aus der Anzahl der Umdrehungen kann man die spezifische Wärme des Körpers *W* berechnen. Hing man z. B. einen Bleicylinder, dessen Temperatur $11,4^{\circ}\text{C}$. betrug, über der Mühle auf, und besaß das fließende Wasser eine Temperatur von $5,2^{\circ}\text{C}$. so beobachtete man für diesen Wärmeunterschied 101,5 Umdrehungen der Mühle. Ein Kupfercylinder gleicher Masse gab bei den gleichen Temperaturen 307,4 Umdrehungen. Nimmt man die spezifische Wärme von Blei zu 0,031 an, so ist die spezifische Wärme des Kupfers $= 0,031 \frac{307,4}{101,5} = 0,0939$. Auch zur Bestimmung der spezifischen Wärme der Gase ist die Vorrichtung verwendbar. Man bringt hierfür unterhalb der Mühle eine Heizschlange an, durch die man bekannte Mengen des zu untersuchenden Gases hindurchleitet.

H.-M.

Erzeugung Lenardscher Strahlen. Bekanntlich ist es Lenard schon vor Röntgens epochemachender Entdeckung gelungen, Kathodenstrahlen durch ein dünnes Aluminiumfenster aus der Vakuumröhre in den Außenraum treten zu lassen und dort ihre Eigenschaften zu studieren (vgl. d. Zeitschr. IX 91). In *Wied. Ann.* 62, 134 (1897) beschreibt TH. DES COUDRES ein Verfahren, die der Herstellung solcher Strahlen noch entgegenstehenden Schwierigkeiten zu überwinden. Namentlich ist es schwer, trotz des Aluminiumfensters und seiner Kittung ein gutes Vakuum im Erzeugungsraum der Kathodenstrahlen zu erhalten. Diese Forderung aber läßt sich umgehen auf Grund der Beobachtung, daß bei gegebenem Gasdruck Kathodenstrahlen von immer geringerer Absorbierbarkeit entstehen, je rascher die Potentialdifferenz an den Elektroden ansteigt (vgl. d. Zeitschr. X 56). Für diesen Zweck sind elektrische Oscillationen von möglichst großer Amplitude bei möglichst geringer Schwingungsdauer erforderlich. Geeignet ist bei Anwendung eines größeren Induktoriums eine Leydener Flasche

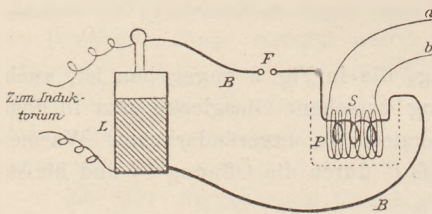


Fig. 1.

L (Fig. 1) von etwa 1400 ccm Kapazität, die an das Induktorium angeschlossen und mit einem Kupferblechband *B* zu einem primären Kreis geschlossen ist, der überdies noch eine mikrometrisch verstellbare Zinkkugelfunkenstrecke enthält. Das Blechband ist in drei Windungen (*P*) um ein Hartgummirohr von 4 cm Durchmesser und 10 cm Länge geführt, darüber ist ein dickwandiges Ebonitrohr geschoben und um dieses die sekundäre Spule *S* aus 1 mm starkem blankem Kupferdraht in etwa 60 Windungen mit 1 mm Ganghöhe gewickelt. Man arbeitet mit der größten Schlagweite, die das Induktorium zu geben vermag. Verbindet man die Enden *a* und *b* der sekundären Spule mit dem Lenardschen Rohr (d. Zeitschr. IX 91), so erhält man in die Atmosphäre austretende Strahlen schon bei Drucken, bei denen die mit dem bloßen Induktorium erzeugten Kathodenstrahlen das Aluminiumfenster noch nicht durchdringen. Noch besser bewährt hat sich eine cylindrische Hartgummikammer (Fig. 2) von 1 cm Weite und 2 cm Länge, bei der die Aluminiumelektrode *A* bis auf die dem Fenster gegenüberliegende Fläche ganz in die Hartgummikammer des einen abgerundeten Endes eingebettet ist.

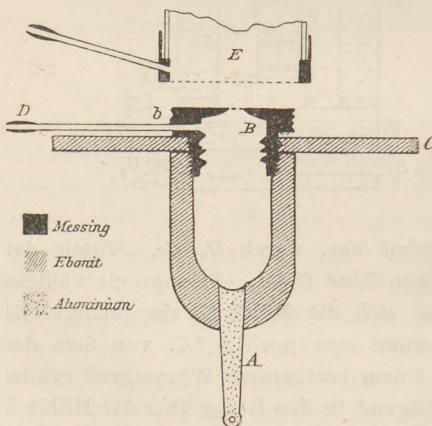


Fig. 2.

Als andere Elektrode dient eine eingeschraubte Messingkappe *B* mit einem 2 mm weiten Loche für das Aluminiumfenster; ein in die Messingkappe seitlich eingelötetes Metallrohr *D* führt mittels biegsamen dickwandigen Gummischlauches zur Quecksilberpumpe. Auf das äußere Gewinde *b* der Messingkappe kann ein ebenfalls mit Messingfassung versehenes Glasrohr *E* aufgeschraubt werden, das als Beobachtungsraum für Versuche in verschiedenen Gasen und bei verschiedenen Drucken dient. Das Aluminiumblättchen von 0,003 mm Dicke wurde mit Marineleim aufge kittet und an einer Stelle in metallischen Contact mit der Messingfassung gesetzt; dann hielt es bei täglich mehrstündiger Beobachtung wochenlang aus. Um von aussen auftreffende Fünkchen zu verhüten, wurde die Messingfassung dauernd mit der Erde in Verbindung gesetzt. Mit dem Apparat können selbst einem größeren Auditorium die Lenardschen Strahlen gezeigt werden, wenn man steil gegen das Fenster einen Baryumplatin-cyanürschirm setzt. (Rohr und Transformator können vom Institutsmechaniker Schlüter in Göttingen bezogen werden.)

Die so erzeugten Kathodenstrahlen üben in freier Luft die gleiche färbende Wirkung auf Salze aus, wie sie Goldstein im Innern des Erzeugungsrohres beobachtet hat (d. Zeitschr. X 155). Ferner liefs sich nachweisen, daß auch ein außerhalb des Entladungsrohres von den

Kathodenstrahlen getroffener Körper Röntgensche Strahlen (X-Strahlen) aussendet. Zu dem Zwecke mußte die direkte Wirkung der von dem Fensterchen selbst ausgehenden Strahlen ausgeschlossen werden. Dies geschah dadurch, daß vor dem Fensterchen ein Platinschirm unter 45° Neigung gegen die Achse der Lenardschen Kammer aufgesteckt wurde; diesem Schirm gegenüber, senkrecht zur Achse der Kammer, befand sich ein Messingrohr und an dessen Ende, gegen indirekte Strahlung durch eine Bleiwand geschützt, die in schwarzes Papier gehüllte photographische Platte. Nur wenn der Platinschirm eingesetzt war, entstand auf dieser eine scharfe schwarze Kreisfläche. Daß diese nicht von diffus reflektierten, aus der Ebonitkammer kommenden Röntgenstrahlen herrührte, wurde dadurch bewiesen, daß ein über das Fensterchen gelegtes Aluminiumblech von 0,05 mm Dicke jeden Effekt des Platinbleches aufhob, während es die aus der Kammer selbst kommenden Röntgenstrahlen kaum schwächte. Wie Platin verhielten sich auch Blei und Kupfer, ebenso mit Uranoxyd überzogenes Aluminiumblech und eine Krystallfläche von Calciumplatincyänür; sehr viel schwächer wirkten z. B. Aluminium und Glas. — Auch das Leitendwerden der Luft unter dem Einflusse der aus dem Fenster austretenden Lenardschen Strahlen konnte wenigstens als sehr wahrscheinlich nachgewiesen werden. Man darf nach dem allen schon jetzt behaupten, daß sich Kathodenstrahlen außerhalb des Erzeugungsraumes in ihren wesentlichsten Wirkungen gerade so verhalten wie im Erzeugungsraume selbst.

2. Forschungen und Ergebnisse.

Über den „photoelektrischen Strom“ veröffentlichten ELSTER und GEITEL weitere Untersuchungen. (*Wied. Ann.* 61, 445; 1897.) Die spiegelnde Oberfläche einer mit einer flüssigen Natrium-Kalium-Legierung gefüllten Zelle (*s. d. Ztschr.* V 38) dient als Kathode und befindet sich in einer Atmosphäre von Wasserstoff unter 1 mm Quecksilberdruck. Die Zelle ist zugleich mit einem Galvanometer in den Schließungskreis einer galvanischen Batterie eingeschaltet. Ist die E. K. der Batterie unterhalb der Grenze, bei der das Leuchten des Gases eintritt, so zeigt das Galvanometer im Dunkeln keinen Strom an. Sobald aber die Kathode beleuchtet wird, tritt eine Ablenkung der Galvanometernadel ein, die im allgemeinen der Lichtstärke proportional ist. Bei Anwendung polarisierten Lichtes zeigt sich, daß das Maximum der Stromintensität eintritt, wenn die elektrischen Verschiebungen in der Einfallsebene, das Minimum, wenn sie senkrecht zur Einfallsebene liegen.

Zur Untersuchung der Abhängigkeit des photoelektrischen Stromes vom Einfallswinkel des auffallenden Lichtes wurde ein besonderer Apparat konstruiert, bei dem die Zelle festlag und dem Lichtstrahle leicht jede Neigung zur Kathodenfläche gegeben werden konnte. Als Lichtquelle diente ein gerader horizontaler Kohlenfaden in einer Glühlampe; die Strahlen wurden durch eine Cylinderlinse parallel gemacht, durchsetzten ein Nicolsches Prisma und konnten durch einen mikrometrisch verstellbaren Spalt nach Belieben begrenzt werden. ELSTER und GEITEL fanden nun, daß, wenn der Hauptschnitt des Nicols, bzw. die elektrischen Verschiebungen in der Einfallsebene lagen, die Stromintensität mit wachsendem Einfallswinkel zunahm, etwa bei 60° ihr Maximum erreichte und bei 90° wieder sehr klein wurde. Wurde der Nicol aber um 90° gedreht, so verminderte sich die Stromintensität mit wachsendem Einfallswinkel.

Die bisherigen Untersuchungen waren durchweg mit einer Natrium-Kalium-Legierung angestellt worden. Bei Verwendung von Kathoden aus Rubidium- oder Cäsiumamalgam zeigte der photoelektrische Strom einen ähnlichen Verlauf; nur trat in dem ersten der oben genannten Fälle das Maximum des Stromes erst bei 75° ein. Auch war die Stromstärke für senkrechten Einfall relativ höher. Zur Erhöhung der Lichtstärke wurde bei den letzten Versuchen ein Zirkonbrenner benutzt.

ELSTER und GEITEL suchten ferner nach einem Zusammenhange des photoelektrischen Stromes mit der Lichtabsorption an der Kathode. Die an der Oberfläche der Natrium-Kalium-Legierung bei verschiedenen Einfallswinkeln absorbierten Lichtmengen wurden aus dem Brechungsexponenten n und dem Absorptionscoefficienten z mit Hilfe der Drudeschen Formeln

berechnet. Es zeigte sich, daß der Gang der Lichtabsorption dem des photoelektrischen Stromes im großen und ganzen proportional ist. Doch gilt das nur für parallel zur Einfallsebene polarisiertes Licht; für senkrecht polarisiertes Licht ist die Übereinstimmung weniger genau. Indessen bezog sich die Berechnung der Absorption nur auf eine Wellenlänge, während sich die photoelektrische Wirksamkeit über ein weiteres Spektralgebiet ausdehnt. Es erscheint daher kaum zweifelhaft, „daß der photoelektrische Strom, soweit er vom Einfallswinkel und der Schwingungsrichtung des erregenden Lichts abhängt, durch den Betrag der Lichtabsorption an der Kathode bestimmt ist.“ *Schk.*

Eine neue Methode zur Messung der Dielektrizitätskonstanten mittels elektrischer Drahtwellen. Von P. DRUDE (*Wied. Ann.* 61, 466; 1897). Fig. 1 zeigt einen Blondlotschen Erreger *EE* und Empfänger *DD* (vergl. d. Zeitschr. IX 192); die Drähte *DD* sind mit 2 Messingröhren *MM* in Verbindung, in denen 2 durch ein Ebonitstück *S* starr verbundene Kupferdrähte gleiten. Diese endigen in 2 kleinen Quecksilbernäpfchen innerhalb des Ebonitstücks. In diese Quecksilbernäpfe tauchen ebenfalls die Zuleitungsdrähte eines Condensators, die über die Rillen *RR* hinweg nach unten zu dem Condensatorgefäß führen. Dieses ist ein

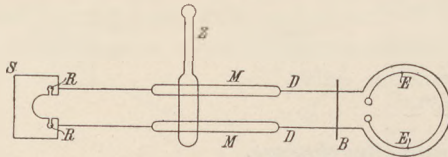


Fig. 1.

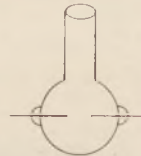


Fig. 2.

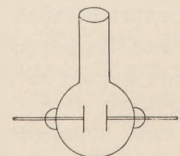


Fig. 3.

kleines Glaskölbchen, in welches Platindrähte eingeschmolzen sind, die entweder ohne Endkapazitäten in 4 mm Abstand einander gegenüberstehen (Fig. 2), oder in 2 kleinen, 3 mm von einander entfernten Platinplatten endigen (Fig. 3). Von den beiden Gefäßen, die mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt werden, dient das erste zur Messung großer, das zweite zur Messung kleiner Dielektrizitätskonstanten. Über den Drähten *DD* liegt ferner die Brücke *B*, über den Röhren *MM* die Zehndersche Vacuumröhre *Z*.

Zu Beginn der Untersuchung wird in die Rillen *RR* ein Metalldraht eingelegt, und durch Verschieben von *S* das erste Aufleuchten der Röhre *Z* festgestellt. Dadurch ist die Lage des ersten Knotens hinter *B* bestimmt. Dann wird der mit der Flüssigkeit beschickte Condensator in die Rillen eingelegt; um die Röhre im Leuchten zu erhalten, muß man jetzt das Drahtsystem hinter *B* um die „Einstellung“ *l* verlängern. Die Länge *l* variiert mit der Kapazität des Condensators, d. h. sie hängt von der Dielektrizitätskonstante der Flüssigkeit ab. DRUDE benutzte mehrere Aichflüssigkeiten, deren Dielektrizitätskonstanten ϵ mit andern Methoden bestimmt waren, und trug die Einstellungen *l* als Funktion von ϵ graphisch auf. Aus einer solchen Kurve liefs sich dann aus jeder beliebigen Einstellung *l* der Wert des zugehörigen ϵ sofort entnehmen. Genauer wird die Bestimmung, wenn man $\cot 2\pi (l/\lambda)$ als Funktion von ϵ aufträgt, da die so erhaltene Curve nahezu eine gerade Linie bildet.

Als Aichflüssigkeiten benutzte DRUDE Mischungen von Aceton und Benzol oder von Aceton und Wasser; mit ihnen war das ganze vorkommende Intervall von Dielektrizitätskonstanten von $\epsilon=2$ bis $\epsilon=82$ leicht herzustellen. Die Constanten der Aichflüssigkeiten wurden mit der Wellenlängenmethode gemessen (diese Zeitschr. IX 191).

Die Methode läßt sich auch zur Messung der elektrischen Absorption benutzen. Auch zur Bestimmung der Dielektrizitätskonstante fester Körper dürfte sie sich eignen, besonders wenn diese innerhalb des Glaskolbens noch verflüssigt werden können. Vor andern Methoden hat sie den großen Vorzug, daß nur geringe Substanzmengen zu den Messungen erforderlich sind.

Schk.

3. Geschichte.

Ein elektrischer Versuch von Hawksbee. Von Herrn Gymn.-Professor Jos. Merten in Saatz (Böhmen) werden wir auf einen Versuch von Hawksbee aufmerksam gemacht, der in Fischers Geschichte der Physik III 456 beschrieben ist und dessen Wiederholung von Interesse sein dürfte.

Hawksbee nahm eine gläserne Kugel, überzog mehr als die Hälfte derselben auf der inwendigen Seite mit Siegellack, zog hiernach die Luft aus ihr heraus und setzte sie in eine umlaufende Bewegung. Als er nun seine Hand daran legte, um sie durch Reiben elektrisch zu machen, so erblickte er die GröÙe und Gestalt aller Teile seiner Hand ganz deutlich und vollkommen auf der inwendigen hohlen Oberfläche des Siegellacks. Es schien, als wenn daselbst bloßes Glas, ohne einigen Überzug von Siegellack, zwischen seinem Auge und seiner Hand gewesen wäre. An manchen Stellen war der Überzug von Siegellack so dünn, daß er im Dunkeln ein Licht mitten hindurch erkennen konnte; an manchen hingegen lag der Lack zum wenigsten $\frac{1}{8}$ Zoll dick, und gleichwohl konnte er auch an diesen Stellen das Licht und die Gestalt seiner Hand ebenso deutlich mitten hindurch wahrnehmen, als an irgend einer anderen Stelle. Selbst an denjenigen Stellen, wo der Siegellack nicht so dicht an das Glas schloß, wie an andern, war das Licht ebensogut wie an dem übrigen Teile zu sehen. Nahm er Pech, so fanden dieselben Erscheinungen statt. Wenn er mit einer sehr großen Menge von gemeinem Schwefel die innere Fläche der Kugel zum Teil belegte, so war das Licht inwendig wohl viermal so stark, die Gestalt seiner Finger konnte er aber nicht so deutlich erkennen als in den ersten Fällen.

4. Unterricht und Methode.

Zur Lehre vom Potential und den Kraftlinien. In der *Zeitschrift für lateinlose Schulen* (IX Heft 2, 1897) hat Prof. Dr. HOLZMÜLLER sich „über die Einführung der Lehre vom Potential und von den Kraftlinien in den physikalischen Unterricht der Oberrealschule“ ausgesprochen. Was zunächst das Potential betrifft, so schließt er sich der in dieser Zeitschrift oft vertretenen Ansicht an, daß der Potentialbegriff für den physikalischen Unterricht unentbehrlich sei, namentlich da er zum Verständnis der elektrischen Einheiten vorausgesetzt werden müsse. Demgemäß erfordere der Unterricht in der Lehre vom Magnetismus und der Elektrizität eine förmliche Umgestaltung. [Wir können uns hier der Bemerkung nicht enthalten, daß diese Umgestaltung bei allen, die den Anregungen unserer Zeitschrift in den erschienenen zehn Jahrgängen gefolgt sind, als bereits vollzogen gelten darf, wenschon im einzelnen noch manches zu thun übrig bleibt.] Der Verfasser hat selbst einen dankenswerten Beitrag „zur elementaren Behandlung der Potentialtheorie“ geliefert, der vor kurzem in der *Zeitschrift für den math. und naturw. Unterricht* (XXVIII Heft 6, 1897) veröffentlicht und auch als Festschrift für die letzte Hauptversammlung des Vereins zur Förd. des lateinlosen h. Schulwesens besonders erschienen ist. Doch muß ohne Rückhalt gesagt werden, daß das darin Gebotene nicht eigentlich den physikalischen Unterricht, oder doch nur indirekt, angeht. Das Verständnis der physikalischen Erscheinungen, insbesondere der elektrischen Vorgänge, erfordert zum Glück so eindringende theoretische Untersuchungen nicht, wie der Verfasser sie für nötig erachtet. Physikalische Lehrbücher, die auf derartige Fragen näher eingehen, überschreiten die Grenze, die sich selbst Hochschulprofessoren (Warburg, Kayser u. a.) bei ihren Vorlesungen über Experimentalphysik stecken. Der Verfasser hat auch selbst erkannt, daß seine Darlegungen in den mathematischen Unterricht gehören und empfiehlt, sie in den mathematischen Stunden vorzunehmen. Er sagt darüber: „Um den Schülern einen Begriff von dem Wesen und der Kraft der Koordinatenlehre zu geben, kenne ich für die einleitenden Stunden kein schöneres Beispiel als die Konstruktion und Inhaltsberechnung der Gravitationskurve $y = 1/x^2$, verbunden mit den entsprechenden Deutungen aus der Mechanik und der Lehre vom Magnetismus und der Elektrizität.“

Von dem Gesichtspunkte einer Bereicherung des mathematischen Unterrichts sind hiernach auch die Beiträge zu beurteilen, die in der zweitgenannten Abhandlung enthalten sind; für den Physikunterricht können sie ohne Zweifel in hohem Grade förderlich sein, ohne daß ihnen der Charakter der Notwendigkeit zugestanden zu werden braucht. Wir können nur in Kürze andeuten, was in dieser Abhandlung enthalten ist. Den Anfang macht die schon erwähnte Konstruktion der Kurve für eine mit dem Quadrat der Entfernung abnehmende Kraft, wobei namentlich auch die Aufgabe gelöst wird, aus zwei demselben Quadranten ange-

hörigen Punkten der Kurve beliebig viele ihrer Punkte zu construieren (Zickzackconstruction). Hieran schließt sich die Berechnung des zugehörigen Arbeitsdiagramms mit Hilfe der mittleren Proportionalen und die Deutung dieses Diagramms als Potentialdifferenz. [Wir möchten in diesem Fall der elementaren Integration ohne Arbeitsdiagramm, wenigstens für das Gymnasium, den Vorzug geben, da im Anfangsunterricht die Vermittlung durch die graphische Darstellung leicht das Verständnis der an sich rein algebraischen Beziehungen erschwert.] Der Verfasser giebt dann einen strengen Beweis für die Zulässigkeit der algebraischen Addition von Potentialen. Er vermifst diesen Beweis in den Lehrbüchern; erwähnt sei, daß der Satz bei SERPIERI (das elektrische Potential, Hartleben 1884) elementar bewiesen ist, doch hat selbst MACH („Grundrifs f. d. ob. Klassen“ und „Leitfaden für Studierende“ § 280) die beweislose Einführung des Satzes für zulässig erachtet. Der Verfasser wendet sich dann zu den Niveaulinien für zwei gleiche, in je einem Punkt concentrierte Massen und giebt für diese eine Construction, die unter Beachtung der Reciprocitätsbeziehung mit Hilfe des Einheitskreises leicht zum Ziel führt. Er betont hierbei besonders die Verschiedenheit der Kurven gleichen Potentials von den Kurven gleicher Intensität. Recht instruktiv ist auch der Vergleich der entsprechenden Niveaulinien mit der Oberfläche einer oceanischen Wassermasse, die sich über zwei starr verbundenen, homogenen, kugelförmigen Weltkörpern von gleicher Masse ausbreitet, wenn vorausgesetzt wird, daß die Wasserteilchen aufeinander keine Anziehung ausüben. Im Anschluß daran wird die Größe und Richtung der Kraftresultante an jeder Stelle durch Construction und Rechnung bestimmt. Dann folgt die Construction und Gleichung der Kraftlinien für das symmetrische Zweipunktsystem; es wird nicht nur die in mehreren Lehrbüchern zu findende Construction angegeben, sondern auch der elementare Nachweis geführt, daß die so erhaltenen Kurven die Orthogonalkurven der Niveaulinien sind. Zur Führung dieses Nachweises werden einige mechanische Hilfsaufgaben behandelt, und besonders die Arbeit bei Drehung eines Vektors (vom Verfasser als Drehungspotential bezeichnet) in betracht gezogen. Den Schluß bilden Andeutungen über die elementare Behandlung des unsymmetrischen Zweipunkt-Problems und des Problems beliebig vieler Punkte. Inbezug auf die Verwendung der dargebotenen Betrachtungen im Unterricht erklärt der Verfasser: „Notwendig ist der Potentialbegriff für jede Vollenstalt. Soll die neuere Physik nicht mit leeren Worten betrieben werden, so kann seine Definition, seine Veranschaulichung durch das Arbeitsdiagramm, dann die Construction der Niveau- und Kraftlinien nicht umgangen werden.“ Das Gymnasium freilich müsse sich auf das Notwendigste einschränken, das Realgymnasium könne schon weiter gehen, die Oberrealschule aber dürfe Betrachtungen nach Art der obigen unbedenklich zulassen. Wir enthalten uns jedes Urteils in der letzteren Hinsicht; es wird der Erprobung im Unterricht und der Erfahrung der Fachgenossen überlassen bleiben müssen, ob die auf den ersten Anblick sehr hoch gespannten Anforderungen zu verwirklichen sind, oder ob damit nicht schon in das Gebiet übergegriffen ist, das dem wissenschaftlichen Studium und der Fachvorbildung vorbehalten bleiben sollte. Bezüglich der Lehre vom Potential ist durch die in dieser Zeitschrift veröffentlichten, auf historischer Grundlage fußenden Darlegungen (I 89, III 161) die rein experimentelle Einführung als wissenschaftlich berechtigt nachgewiesen.

Auf die Frage der Kraftlinien geht der zuerst erwähnte Aufsatz noch näher ein. Es heißt dort: „So lange der Primaner nicht mindestens die Gleichungen $m_1/r_1 \pm m_2/r_2 = c$ für die Niveaulinien, die Gleichungen $m_1 \cos \vartheta_1 = \pm m_2 \cos \vartheta_2$ für die Kraftlinien verstanden hat, krankt seine Vorstellung von den Kraftlinien an Unklarheit und Unbestimmtheit“ . . . , „Eine eingehendere Behandlung der Lehre von den Kraftlinien ist zu vermeiden, sobald es unmöglich erscheint, sie in voller Klarheit und Bestimmtheit darzustellen, d. h. so lange es unmöglich erscheint, zum mindesten die Zweipunktprobleme mathematisch zu formulieren, d. h. die Kurven nicht nur korrekt zu construieren, sondern auch ihre Gleichung aufzustellen.“ — Wäre dies zutreffend, so müßten die Kraftlinien nicht nur auf allen sechsstufigen, sondern auch auf der Mehrzahl der neunstufigen Lehranstalten aus dem Unterricht verschwinden. Zum Glück liegt die Sache auch hier so, daß die physikalische Anschauung von den Kraft-

linien aller mathematischen Formulierung vorangegangen ist, ja im Geiste eines Faraday ohne derartige Formulierung zu allen wesentlichen Folgerungen und Einsichten geführt hat. Man wird daher auch im Unterricht sich einer solchen auf experimentellem Wege gefundenen physikalischen Anschauung bedienen dürfen, ohne sich schon dadurch dem Vorwurf der Unklarheit und Unbestimmtheit auszusetzen. Allerdings aber ist von denen, die den Kraftlinien eine gröfsere Ausdehnung im Unterricht gewähren wollen, zu verlangen, dafs sie alle Unklarheit und Unbestimmtheit vermeiden. Die zum Teil in der Sache selbst liegenden Schwierigkeiten, die in dieser Hinsicht bisher hervorgetreten sind, bleiben bestehen, auch wenn man die mathematische Formulierung, die Herr G. HOLZMÜLLER darbietet, zu Grunde legt. Ein Beispiel hierfür liefert der in der ersten Abhandlung (S. 38) enthaltene Hinweis auf die scheinbare Wirkung zwischen den Kraftlinien zweier paralleler stromdurchflossener Drähte; das System der Hyperbeln und confokalen Lemniskaten zeigt, wenn man es mit den beiden Systemen jedes einzelnen Drahtes vergleicht, eine derartige Lage, als ob die ursprünglich vorhandenen Kreise, die die Kraftlinien darstellen, einander angezogen hätten. Hieraus aber zu schliessen, dafs die im resultierenden System vorhandenen Kraftlinien aufeinander eine Anziehung ausüben, ist unzulässig, ebenso auch der daran angeknüpfte Schlufs auf die Anziehung gleichgerichteter Ströme. [Der Verfasser schiebt zwar in den ersten Schlufs ein „gewissermafsen“ ein, läfst dies aber völlig aufser acht, um zum zweiten Schlufs zu gelangen.] Um recht deutlich zu machen, was wir meinen, sei noch Folgendes hinzugefügt. Bei der Annäherung der beiden Drähte findet eine Superposition der Wirkungen der beiden einzelnen Drähte statt, die in jedem Augenblick vorhandenen Kraftlinien stellen nur die aus beiden resultierende Verteilung der Kräfte im Raum dar; ändert sich diese, so ändert sich die Lage und Richtung der Kraftlinien; aber man kann nicht sagen, dafs zwischen diesen blofsen mathematischen Richtungslinien eine mechanische Wirkung bestände, noch weniger kann man daraus eine reale zwischen Dingen im Raum stattfindende Anziehung herleiten. Derartiges zu leisten ist die Kraft der Mathematik, so hoch man sie auch veranschlagen mag, aufser stande, es bedarf dazu besonderer Festsetzungen über den Zustand des Mediums, die Faraday angegeben und Maxwell von ihm übernommen hat (*Electr. and Magn. vol. I art. 110*). Mit der Diskussion dieser hypothetischen Vorstellungen aber verläfst der Unterricht den ihm zustehenden Bereich und nimmt Probleme in Angriff, mit deren Lösung die Forschung der Gegenwart noch beschäftigt ist. Vollends unzulänglich erscheint endlich der elementare Versuch, aus der Gestalt der substantiell gedachten Kraftlinien Folgerungen auf das Gleichgewicht der Kräfte im Medium zu ziehen. Will man ein Verständnis dieser Dinge anbahnen, so wird man die Veränderungen im Dielektrikum durch gewisse dafür geeignete Versuche demonstrieren, sich im übrigen aber mit Hindeutungen auf das daran geknüpfte Problem begnügen müssen.

Zum Schlufs seien noch von den Thesen des Herrn Verfassers die angeführt, die sich auf den Unterricht selbst beziehen: „Die Lehre von den Kraftlinien mufs in den Anfangsgründen auf jeder höheren Schule zum mindesten experimentell und beschreibend zur Geltung kommen.“ — „Die einfachsten Fälle sind überall da mathematisch zu formulieren, und auch durch Konstruktion zu behandeln, wo der Mathematiker einen Teil seiner Unterrichtsstunden in der analytischen Geometrie diesem Gegenstande widmen kann.“ — „Die Lehre vom Potential, von den Dimensionen und den elektrischen Einheiten ist für jede höhere Realanstalt unentbehrlich.“ — „Die Zeit zur Behandlung dieser Gegenstände mufs dadurch gewonnen werden, dafs mathematische Unterrichtsstunden in den Dienst der Physik treten, und dafs man weniger wichtige Dinge ganz aus dem Physikunterricht streicht.“ — Über die ersten drei Thesen haben wir uns bereits im Vorausgegangenen ausgesprochen. Zur letzten These sei bemerkt: Wir stimmen dem Herrn Verfasser darin bei, dafs man, wie in der Mathematik, so auch in der Physik „die einseitige Systematik fallen lassen und an ihre Stelle eine methodische Auswahl setzen mufs, die alles Wichtige berücksichtigt, alles Unwichtige beseitigt“. Aber wir kämen in Verlegenheit, sollten wir Gegenstände angeben, die zum traditionellen Bestande des Physikunterrichts gehören und die wir als unwesentlich zu

bezeichnen wagen möchten. Ein neuerlicher Versuch, Teile der Akustik als dazu geeignet zu bezeichnen, wird schwerlich ernsthaft genommen werden. Zieht man den geringen Umfang in betracht, den in neueren Lehrbüchern (nicht Schulbüchern) der Physik die Kraftlinientheorie spielt, so wird man nicht umhin können, dieser Theorie im allgemeinen eine nur knapp bemessene Ausdehnung im Unterricht zuzugestehen. P.

Die physikalische Nomenklatur in der Schule. In den *Unterrichtsblättern für Math. und Naturw.* 1897 Nr. 4—6 hat Prof. B. Schwalbe seinen auf der Pflingstversammlung zu Danzig (diese Zeitschr. X 269) gehaltenen Vortrag über die physikalische Nomenklatur veröffentlicht. In dem Hauptteil des Vortrages werden die Prinzipien der Nomenklatur unter Zufügung zahlreicher Beispiele erörtert und danach die zweckmäßigste Einrichtung einer solchen Nomenklatur besprochen. Dem Schlufsabschnitt, der die Berücksichtigung der Nomenklatur in der Schule behandelt, entnehmen wir folgende Ausführungen.

„So sehr wie der sprachliche Unterricht auf manchen Lehranstalten vorherrscht, so wenig wird . . . der ganzen Frage im allgemeinen Beachtung geschenkt. Die Lehrbücher, welche die Schüler in die Hand bekommen, enthalten entweder gar keine Bemerkungen über Wortableitungen oder nur ganz zerstreute, in Parenthese gesetzte, oder als Anmerkung hinzugefügte Andeutungen. Ob es nicht besser wäre, anstatt dieser zerstreuten Hinweise kleine Nomenklaturanhänge zu machen, die das wichtigste aus der Terminologie, soweit sie in dem Schulbuch in Anwendung gekommen ist, enthalten, soll hier nicht weiter erörtert werden. Ich glaube, ein Versuch nach dieser Seite würde sich für die Physik bei einem neu erscheinenden Schulbuche lohnen. [Ein Versuch hierzu findet sich in der Schulphysik von G. Brandt, vgl. d. Zeitschr. X 50.] Die jetzt in den physikalischen Lehrbüchern gegebenen Notizen sind rein willkürlich gewählt und beziehen sich meist auf griechische Ableitungen; es wird dann das griechische Wort in griechischen oder lateinischen Buchstaben, mit oder Bedeutung hinzugefügt. Vielfach wird selbst dabei nicht mit der nötigen Sorgfalt verfahren, finden sich doch oft grobe Nachlässigkeiten, die dann den Schüler irreführen, den Gegnern der Naturwissenschaften aber als Scheingründe gegen den Unterricht in diesen Wissenschaften dienen. Es bleibt daher am besten die Sache ganz in der Hand des Lehrers . . . Viele berücksichtigen die Nomenklatur überhaupt nicht oder machen einige ganz kurze Bemerkungen, die sich meist auf eine einfache Übersetzung des Wortes beziehen. Dies führt leicht zu einer anekdotenhaften Auffassung seitens der Schüler. Die Gefahr, daß die Schüler eine beiläufig mitgeteilte Merkwürdigkeit als Hauptsache ansehen, ist deshalb nicht zu unterschätzen, weil solche Sachen (mögen sie Kuriositäten genannt werden) sich leicht behalten und als Indicien eruditionis benutzt werden können . . . Bei der Nomenklatur liegt es ähnlich, nur kommt noch hinzu, daß die Stammwörter öfters falsch behalten werden, wodurch dann die behaltenen Ausdrücke zu Indicien der Nicht-Bildung werden.“

„In betreff der Berücksichtigung der Nomenklatur im physikalischen Unterricht möchte ich nur ganz kurz das Verfahren skizzieren, welches ich eingeschlagen habe. Im Schreibunterrichte, der fakultativ bis Obertertia ausgedehnt ist, wird das griechische Alphabet mit eingeübt (mit Bezeichnung der Buchstaben) an den bekannten Namen der Mythologie, der griechischen Geschichte und Geographie und den griechischen Worten, die bei uns eingebürgert sind (Apotheke, Bibel u. s. w.); auch werden bekannte Ausdrücke der Technik benutzt. In Untersekunda wird beim Beginn des physikalischen Unterrichts mit den Schülern besprochen, was für Wissenschaften sie überhaupt kennen gelernt haben, sie werden hierdurch auf die Benennungsweise hingeleitet, wobei sich leicht Anknüpfungen an Ausdrücke des gewöhnlichen Lebens ergeben. Die Benennung der Wissenschaften wird so den Schülern im Überblick gegeben; sie selbst werden aufgefordert, sich ein kleines Fremdwörterverzeichnis anzulegen und von Zeit zu Zeit werden die eingetragenen Worte kontrolliert. Dabei werden nachher im Unterricht gelegentlich der Betrachtung einzelner Apparate und der historischen Mitteilungen auch Notizen über die Benennung gegeben, wobei vorzüglich die Gruppierung nach den End- und Anfangsilben unter Heranziehung anderer Beispiele benutzt wird. Diese Anknüpfungen, die den Gang des Unterrichtes garnicht stören, auch möglichst jedes Anekdotenhaften entkleidet

sind, führen zugleich zu Hinweisen auf andere Wissenschaften. Die an der Anstalt gelehrt Sprachen lassen sich dabei leicht in Berührung mit Physik und anderen Naturwissenschaften bringen, und in Prima folgt auch mancher Schüler der Aufforderung, wenn sie unter Mitteilung einiger Beispiele erfolgt, die physikalischen Fachausdrücke im Englischen oder Französischen kennen zu lernen. Konnte man doch früher in dem naturwissenschaftlichen Unterricht in den Realgymnasien (Chemie 2 St. in U. II, Mechanik 2 besondere Stunden in I) so weit gehen, daß man selbst ein physikalisches, französisches oder englisches kleines Buch (z. B. ein Heft der *Primers*) kursorisch durchnahm. Das Interesse, welches die Schüler der Sache entgegenbringen, bewirkt, wenn es von Zeit zu Zeit wieder angeregt wird und das Dagewesene wieder aufgefrischt wird, daß wenigstens etwas Nomenklaturkenntnis erzielt werden kann. Freilich dürfen die Mitteilungen nicht zu häufig kommen, nie die Hauptsache hemmen oder gar verdunkeln oder zum Zeitvertreib benutzt werden. Die Auswahl ist auch keine ganz willkürliche, doch führt es zu weit, hier auf das Einzelne in betreff des Stoffes und der Methode einzugehen. — Wenn in allen Gebieten des Schulwissens in maßvoller Weise die Frage berücksichtigt wird, werden auch die Schüler griechischloser resp. lateinloser Schulen dahin gelangen, daß sie später die Frage weiter verfolgen können, wenn sie wollen, sodaß sie in der Vorbildung für das Fach auch in dieser Beziehung eine Schulung erhalten haben, die sonst vielleicht das Gymnasium mitgiebt.“

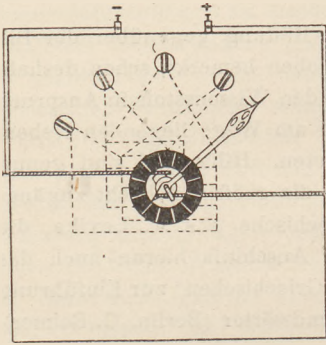
„Wenn nun auch diese, früher für so wichtig gehaltene Bildung gegenüber der Bildung durch Sachkenntnis zurücktreten muß, und auch, wie oben bemerkt, schon deshalb nicht verlangt werden kann, weil die Kraft der Lernenden für den Wissensstoff in Anspruch genommen werden muß, so empfiehlt es sich doch sehr, einen am Wege liegenden Nebenpfad bei dem Gange zum Ziele von Zeit zu Zeit mit zu betreten. Hilfsmittel sind genug vorhanden, und wo die Kenntnisse nicht ausreichen, da mögen die größeren leicht zugänglichen Hilfsmittel, und wo diese fehlen, gute lateinische, griechische u. s. w. Lexika, die oft genügend Aufschluß geben, eintreten.“ Erwähnt sei im Anschluß hieran auch das griechische Elementarbuch von B. Schwalbe, „Grundsätze des Griechischen“ zur Einführung in das Verständnis der aus dem Griechischen stammenden Fremdwörter (Berlin, G. Reimer).

Das Energiegesetz im Unterricht. In der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin erinnerte Prof. E. WARBURG daran, daß am 23. Juli 1842, also vor fünfzig Jahren, H. von Helmholtz der Gesellschaft seine Arbeit über die Erhaltung der Kraft vorgetragen habe. Er wies auf die reichen Früchte hin, die seitdem die von Helmholtz dargelegten Methoden der Anwendung des Gesetzes auf allen Gebieten getragen haben, und führte dann die Worte an, die Helmholtz selber über das Gesetz geäußert hat: „Ich habe bisher immer noch gefunden, daß die Grundbegriffe dieses Gebietes denjenigen Personen, die nicht durch die Schule der mathematischen Mechanik gegangen sind, bei allem Eifer, aller Intelligenz und selbst bei einem ziemlich hohen Maße naturwissenschaftlicher Kenntnisse sehr schwer faßlich erscheinen. Auch ist nicht zu verkennen, daß es Abstrakta von ganz eigentümlicher Art sind. Ist ihr Verständnis doch selbst einem Geiste wie J. Kant nicht ohne Schwierigkeit aufgegangen, wie seine darüber gegen Leibniz geführte Polemik beweist.“

Hieran knüpft Prof. WARBURG die folgende Bemerkung, die ihrem Inhalt nach mit der auch in dieser Zeitschrift stets vertretenen Auffassung übereinstimmt: „Diese Worte dürften denen gegenüber, welche das Gesetz von der Erhaltung der Energie an die Spitze des physikalischen Unterrichtes stellen wollen, zu beherzigen sein. Ich wenigstens würde ein solches Verfahren für einen großen Fehler halten, für einen Widerspruch gegen den pädagogischen Grundsatz, nach welchem der Unterricht an Vorstellungen, welche bei dem Schüler sich vorfinden, anzuknüpfen hat. Zu diesen Vorstellungen gehört zweifellos der Begriff der Kraft, so dunkel er auch sein mag, keineswegs der Begriff der Energie. Ich glaube daher, daß in der Mechanik die alte Darstellungsweise, bei welcher man von dem Begriff der Kraft ausgeht und den Begriff der Energie allmählich herausarbeitet, beibehalten werden sollte“ (*Verh. d. Phys. Ges. zu Berlin, 1897 Nr. 60*).

5. Technik und mechanische Praxis.

Elektrische Signaluhr. Von Dr. W. ELSAESSER. Der Apparat bezweckt die Herstellung einer einfachen, ohne großen Kostenaufwand zu beschaffenden Zeitsignalleistung. Der Hauptteil der Vorrichtung, die sich an jeder Schwarzwälder Pendeluhr ohne wesentliche Änderungen am inneren Werk anbringen läßt, besteht aus einer quadratischen, auf der Rückseite geschwärzten, dicken Glasplatte von ca. 25 cm Seitenlänge. Diese hat in der Mitte eine kreisförmige Durchbohrung von etwa 5 cm Durchmesser und ist in einen schmalen Holzrahmen eingelegt, in dem sie durch 4 leicht drehbare Klammern festgehalten wird. Der Rahmen wird an Stelle des Zifferblattes auf das Uhrgehäuse festgeschraubt. Nahe dem Mittelrand der Glasplatte sind auf ihr im Kreise 12 gleiche trapezförmige Platin-Kontaktblättchen aufgeklebt, die durch schmale Streifen von isolierendem Material, den vollen Stunden entsprechend, von einander getrennt sind. An jedes Kontaktstück sind ein oder mehrere Kupferdrähte angelötet, die von der Vorderseite der Glasplatte über den inneren Rand nach der Rückseite umgebogen werden. Mehr nach dem Außenrand der Platte, in einem Kreise von etwa 10 cm Radius angeordnet, befindet sich eine Reihe anderer schmaler Platinstreifen, deren Zahl und Stellung sich nach der Minutenzahl der zu gebenden Signale richtet. Einer Signaldauer von 10 Sekunden entspricht eine Breite von ungefähr $1\frac{3}{4}$ mm. Nach Fortnahme



der beiden Uhrzeiger wird auf jede Zeigerachse ein Stück Kautschukrohr fest aufgeschoben und zwar so, daß zwischen den Rohrstücken hinreichend Spielraum bleibt, um gegenseitige Reibung auszuschließen. Das äußere Rohr ist mit einem dünnen Messingmantel umgeben, an dessen einem, in das Innere hineinragenden Ende ein schmaler Platinstreifen aufgesetzt ist, während an dem anderen Ende ein Metallzeiger (der Stundenzeiger) senkrecht gegen die Achse aufgelötet ist. An diesem Zeiger sind 2 Federn — in einem Messingfutter verschiebbar — aus weichstem Federbandstahl so angebracht, daß sie auf den inneren Kontaktstücken der Glasplatte schleifen. Die Enden der Federn sind umgebogen und tragen an der äußeren Biegungsstelle (zugleich Schleifstelle) eine Platinauflage. In das innere Rohr ist eine etwa 3 cm lange Messingachse eingesetzt, die den Minutenzeiger trägt, der an der Spitze gleichfalls mit 2 auf der Glasplatte schleifenden Federn versehen ist. (Die doppelte Zahl der schmalen Federn dient nur zur Erhöhung der Sicherheit.) Das Achsenende ragt nach vorn zu etwa 1 cm vor und ist hier mit einer dicht anschließenden Platinhülse umgeben.

Der innere und äußere Kranz der Kontaktstücke steht durch die erwähnten Kupferdrähte in leitender Verbindung. Jedem Minutensignal entspricht auf dem äußeren Rande ein Kontaktstreifen, sodafs Stromschluß eintritt, sobald der Kontaktstreifen gleichzeitig mit einer Kontaktstelle des kleinen und des großen Zeigers in Verbindung steht. Im Gebäude des Charlottenburger Realgymnasiums, in welchem in den Corridoren 4 große elektrische Glocken verteilt sind, die durch einen kleinen Akkumulator gespeist werden, herrscht z. B. folgende Signalordnung:

6.50—7.05—7.55—8.00—8.50—9.05—9.55—10.00—10.50—11.05—11.55—12.05—12.50—1.00—1.50
—2.00—2.50—3.00—3.50—4.00—4.50—5.00.

Trotz der Verschiedenartigkeit der Pausen und Zeitpunkte sind doch nur 4 Paare von Streifen erforderlich, welche die für gleichartige Signale zusammengeschlossenen Leitungsdrähte aufnehmen. Es ist leicht ersichtlich, wie bei anderweitiger Verteilung der Signale die Anordnung der einzelnen Streifen erfolgen muß. Die Einrichtung ist am Charlottenburger Realgymnasium seit fast 1 Jahr in ununterbrochenem täglichen Betrieb. Sie hat sich dort gut bewährt, der Gang der Uhr ist vollkommen gleichmäßig und präzise und die Signalleistung funktioniert pünktlich und zur vollen Zufriedenheit. Der Mechaniker P. Gebhardt-Berlin hat dieselbe zu dem verhältnismäßig niedrigen Preise von 60 M. — einschließlich der Pendeluhr — hergestellt (*E.T.Z., XVIII Heft 42, 1897*). P.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Elektrische Ströme. Zehn Vorträge über die physikalischen Grundlagen der Starkstrom-Technik von Prof. E. Cohn in Straßburg. Mit 70 Abbildungen. Leipzig, S. Hirzel, 1897. 182 S. M. 3,60.

Die Vorträge sind vor einem Kreise von Ingenieuren, Architekten und Verwaltungsbeamten gehalten und erstrecken sich nicht auf die technische Seite des Starkstrombetriebes, sondern auf die ihm zugrunde liegenden Gesetze. Sie bieten demnach eine im besten Sinn populäre Darstellung, die sich von den üblichen Einführungen in das Gebiet namentlich dadurch unterscheidet, daß sie von einer als vorhanden vorausgesetzten Starkstromleitung ausgeht. Die zehn Vorträge behandeln der Reihe nach: Arten der Energie, Wirkungen des Stromes, Kräfte auf Stromträger im magnetischen Felde, das magnetische Feld gegebener Ströme, das Ohmsche Gesetz, Meßinstrumente, Induktionsströme, dynamoelektrische Maschinen und Elektromotoren, Wechselstrom und Gleichstrom, Mehrphasenstrom. Methodisch interessant ist die dem Ausgangspunkt entsprechende Herleitung der Grundbegriffe für das Ohmsche Gesetz: Das Ampère wird elektrochemisch definiert, die Widerstandseinheit aus der Jouleschen Wärme, das Volt aus der Energiegleichung $\text{Watt} = \text{Ampère} \times \text{Volt}$ hergeleitet. Von der elektrolytischen Stromwirkung wird durch die Akkumulatoren der Übergang zu den galvanischen Elementen im allgemeinen gewonnen. Besondere Sorgfalt erfährt die Darstellung der Kraftlinien, deren Begriff allmählich und in durchaus exakter Behandlung für den vorliegenden Zweck ausgestaltet wird; die Vorzüge dieser Betrachtungsart treten unverkennbar in den Abschnitten hervor, wo es sich um das Verständnis wichtiger technischer Einzelheiten handelt. Bei der Erläuterung des Drehstroms wird in einer von F. Braun angegebenen Weise (vgl. d. Zeitschr. X 193) das Drehfeld durch die Bewegungen veranschaulicht, die ein von Kathodenstrahlen hervorgerufener Fluoreszenzleck unter der Einwirkung passender gestellter, durch Wechselstrom erregter Elektromagnete ausführt. Das Buch verdient nach dem Gesagten auch außerhalb der Kreise, für die die Vorlesungen bestimmt waren, Beachtung.

P.

Die Ingenieur-Mathematik in elementarer Behandlung. Von Prof. Dr. Gustav Holzmüller.

I. Teil. Mit 287 Figuren und zahlreichen Übungsaufgaben. Leipzig, B. G. Teubner, 1897.

XII und 340 S., geb. M. 5.

Das Buch ist dazu bestimmt, dem Techniker für eine große Zahl der von ihm gebrauchten Formeln elementare Herleitungen darzubieten, es entspricht zunächst den Bedürfnissen der technischen Fachschule, wird sich aber auch beim Studium auf der Hochschule als nützlich erweisen. Daneben ermöglicht es dem Lehrer an neunklassigen höheren Lehranstalten einen Einblick in die Fülle der Anwendungen, deren die Schulmathematik fähig ist, und bietet ihm reichlichen Übungsstoff, falls er an dieser oder jener Stelle in das hier behandelte Gebiet vordringen will. Des Verfassers methodisches Lehrbuch der Elementarmathematik in 3 Teilen ist im Kreise der Fachlehrer aufs vorteilhafteste bekannt und zeichnet sich bereits durch manche lehrreiche Excurse praktisch-technischer Art aus. An dieses Lehrbuch knüpft das vorliegende Werk mehrfach an, wie schon aus der Inhaltsübersicht erkennbar ist. Es werden behandelt: I. Schwerpunktsbestimmungen für ebene Flächen; II. Die einfachsten Trägheitsmomente ebener Flächen; III. Trägheitsmomente für die wichtigsten Querschnittsformeln des Bau- und Maschinenwesens; IV. Centrifugal- und Trägheitsmomente für beliebige Achsen; V. Einige Hilfsmittel der Elementarmathematik (Newton-Simpsonsche Regel, Schichtensummation für ganze und gebrochene Exponenten); VI. Lemniskatische Abbildung nebst Anwendungen; VII. Graphostatische Methoden zur Bestimmung von Trägheits- und Centrifugalmomenten; VIII. Schwerpunkte und statische Momente homogener Körper; IX. Trägheits- und Centrifugalmomente der wichtigsten Körper; X. Die Schwungradtheorie.

Für die Leser dieser Zeitschrift werden die physikalischen Anwendungen von besonderem Interesse sein; erwähnt seien kosmische Aufgaben über den Zusammenstoß von Weltkörpern und die Zunahme der Erddrehung infolge von Kontraktion (S. 125—128), über den Angriffspunkt des Auftriebes (S. 257—60), über den Fall der Körper bei gleichzeitiger Drehung (267—71), über gleitende Reibung (274—78), über das Herabrollen auf schiefer Ebene (278—80). Der letzte Abschnitt (X) behandelt eine ganze Reihe interessanter Probleme über das Schwungrad als Arbeitsansammler und über seine regulierende Thätigkeit bei der Kurbelbewegung. Ein zweiter Band soll neben einer elementaren Kurvenlehre auch eine eingehende elementare Behandlung des Potentials enthalten.

P.

Namenregister zu den Fortschritten der Physik. Herausgegeben von der physikalischen Gesellschaft zu Berlin, Bd. XXI (1865) bis XLIII (1887) unter Berücksichtigung der in den Bänden I—XX enthaltenen Autorennamen, nebst einem Sach-Ergänzungsregister. Bearbeitet von Prof. Dr. B. Schwalbe. Berlin, Georg Reimer, 1897.

Der Bearbeiter des vorliegenden Registers hat sich während der Jahre 1868 bis 1892 um die Herausgabe der Fortschritte der Physik in hohem Grade verdient gemacht. Seiner Mühewaltung und Unermüdlichkeit ist die Durchführung des Unternehmens während des genannten Zeitraums und oft unter erheblichen Schwierigkeiten zu verdanken. Mit dem fast ins Unübersehbare gesteigerten Anwachsen der Fachlitteratur haben auch die einzelnen Jahrgänge der Fortschritte immer größeren Umfang angenommen; voraussichtlich wird in der nächsten Zukunft schon die jährlich neu erscheinende Litteratur nur durch internationale Arbeitsteilung bewältigt werden können, wozu durch die Royal Society bereits die Anregung gegeben ist (vgl. d. Zeitschr. IX 304). Die Benutzung der 23 Bände, die die Jahre 1865—1887 umfassen, ist durch das erschienene Register (1. Hälfte A—M, 640 S.) außerordentlich erleichtert; überdies finden sich fast auf jeder Seite Berichtigungen oder Ergänzungen zu den Einzelregistern, die den Wert dieses Gesamtregisters erhöhen und ihm den Charakter eines Controlregisters verleihen. Es wird für alle, die die Fortschritte der Physik benutzen wollen, unentbehrlich sein, auch als Hilfsmittel für die Geschichte der Physik in dem bezeichneten Zeitraum darf das Werk eine selbständige Bedeutung in Anspruch nehmen, da es über die physikalischen Arbeiten jedes einzelnen Forschers in chronologischer Folge orientiert. Möge dem verdienstlichen Werk die Anerkennung der Fachgenossen nicht fehlen.

P.

Vorschule der Experimentalphysik. Naturlehre in elementarer Darstellung, nebst Anleitung zum Experimentieren und zur Anfertigung der Apparate. Von Prof. Dr. Adolph F. Weinhold. Vierte verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 440 Holzschnitten im Text und 2 Farbentafeln. Leipzig, Quandt und Händel, 1897. 572 S. M. 10.

Die neue Auflage dieser bewährten Anleitung zum Anfangsstudium der Physik stimmt in allem Wesentlichen mit der vorhergehenden überein, doch ist die Anordnung des Stoffes geändert, indem die Wärmelehre, die früher am Ende des Buches stand, vor die Lehre von Elektrizität und Magnetismus gestellt ist. Bei letzterem sind auch die einfachsten Erscheinungsformen der Kraftlinien sowie ihr Verlauf an einem Kreisstrom und einem Solenoid dargestellt und dementsprechend ist bei der Erklärung der Induktion die Zunahme der Kraftlinien in einer Spule bei Annäherung eines Magnetpols in Betracht gezogen. Im Hinblick auf die neuerdings angestrebte Ausdehnung der praktischen Schülerübungen wird das Buch sich auch für diese als ein höchst brauchbares Hilfsmittel erweisen, um so mehr als es nach der völligen Änderung in der Einrichtung der alten Frickschen physikalischen Technik berufen ist, deren Stelle einzunehmen.

P.

Magnetische Kraftfelder. Die Erscheinungen des Magnetismus, Elektromagnetismus und der Induktion. Dargestellt auf Grund des Kraftlinienbegriffes von H. Ebert, Prof. d. Physik a. d. Univ. Kiel. II. Teil. Mit 47 Abb. im Text u. auf einer Tafel. Leipzig, J. A. Barth, 1897. Mk. 10,—.

Der erste Teil dieses trefflichen Buches ist bereits in dieser Zeitschrift (IX 302) besprochen worden. Der vorliegende Teil behandelt die Erscheinungen der Induktion und die Vorgänge im freien elektromagnetischen Felde.

Ebert stellt zunächst durch eine Reihe von Versuchen die Grunderscheinungen der Induktion lediglich qualitativ fest und leitet dann durch energetische Betrachtungen die quantitativen Beziehungen her. Dabei zeigt sich, daß die Einführung des Kraftlinienbegriffes die einfachste, übersichtlichste und vollständigste Beschreibung der Induktionserscheinungen ermöglicht. Im Anschluß hieran erläutert der Verfasser durch Modelle die wichtigsten Generatoren und Transformatoren der elektrischen Energie und bespricht dabei auch kurz die mehrphasigen Wechselströme und die elektrische Kraftübertragung. An der Hand der Helmholtzschen Zykeltheorie veranschaulicht er dann die Begriffe der Selbstinduktion und der wechselseitigen Induktion, die Verwandlung der elektromagnetischen Feldenergie in Wärme und die Erscheinungen des Gleich- und Wechselstroms.

In dem Abschnitt, der den Erscheinungen im freien elektromagnetischen Felde gewidmet ist, behandelt Ebert zunächst die Wanderung und Ansammlung der Feldenergie bei geschlossenen und ungeschlossenen Strömen und die elektrischen Schwingungen. Er entwickelt dann möglichst unmittelbar aus den Erfahrungsthatfachen den Kern der Maxwell'schen Theorie, das wichtige System der allgemeinen Feldgleichungen, führt diese Gleichungen in die Hertz'sche Form über und wendet sie auf die elektro-optischen Erscheinungen an. Von dem gewonnenen Bilde der Vorgänge in magnetischen, elektrischen und elektromagnetischen Kraftfeldern wird in den Schlußkapiteln, indem die mechanischen Bestandteile mehr und mehr wieder verflüchtigt werden, zu jener von besonderen Voraussetzungen freien Phänomenologie fortgeschritten, die auf den mechanischen Gleichungen Lagrange's beruht, aber erst in jüngster Zeit durch Maxwell, Helmholtz, Boltzmann und vor allen Hertz als Lehre von den allgemeinen Feldzuständen und Zustandsänderungen folgerichtig entwickelt und ausgebaut worden ist.

„Es ist interessant zu sehen, wie bei allen vier Forschern die Vorstellungen zu den verborgenen zyklischen Bewegungen hindrängen, wobei namentlich bei Hertz eine immer weitergehende Befreiung von den oft etwas grobsinnlichen (*somewhat awkward*, wie Maxwell selbst bekennt) spezielleren mechanischen Bildern eintritt, welche allerdings besonders in Maxwells Hand einen ungeheuren heuristischen Dienst geleistet hatten und bei Weiterforschungen auch immer wieder leisten werden.“

In dem letzten Abschnitt benutzt Ebert naturgemäfs analytische Hilfsmittel in größerem Umfang. Er stellt indessen auch hier die Thatsachen immer voran und veranschaulicht und erläutert vor den Beweisen die Bedeutung der abzuleitenden Formeln und Sätze. Der Hinweis auf einfache Beispiele und Anwendungen gestattet auch dem Leser, der nicht überall in die Einzelheiten des mathematischen Beweises eindringt, dem Geiste der neuen Entwicklung zu folgen. Völlig überflüssig wäre es, die Fachgenossen auf den hervorragenden Wert des vorliegenden Werkes noch besonders hinzuweisen. Ist es doch die beste wissenschaftliche Rüstkammer für die Entscheidung der jetzt im Vordergrund stehenden methodischen Frage, wie und in welchem Umfang der Kraftlinienbegriff in dem physikalischen Unterricht der verschiedenen höheren Lehranstalten zu verwerten sei. *Hahn-Machenheimer.*

Physikalisches Praktikum mit besonderer Berücksichtigung der physikalisch-chemischen Methoden von Eilhard Wiedemann und Hermann Ebert. Dritte verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 316 eingedruckten Holzschnitten. Braunschweig, Friedrich Vieweg und Sohn, 1897. XXV und 490 S. M. 9. geb. M. 10.

Die dritte Auflage dieses Werkes weist wieder eine Reihe von Veränderungen auf, die beweisen, dafs die Verfasser unermüdlich bestrebt sind, die Verwendbarkeit ihres Leitfadens zu erhöhen. In die Einleitung wurden Abschnitte über Aufstellung und Prüfung physikalischer Gesetze, über die Dimensionen physikalischer Gröfsen und über graphische Darstellung aufgenommen. In den Abschnitt über Capillarität kamen zur Bestimmung der Capillaritäts-Constante a durch Steighöhen bei benetzenden Flüssigkeiten noch der Nachweis und die Messung der Oberflächenspannung, die Bestimmung von a durch Steighöhen bei nicht benetzenden Flüssigkeiten, ferner aus der Gestalt von Tropfen und Blasen, endlich aus der Zahl der Tropfen hinzu. Neben der Bestimmung der Schwingungszahl mit Hilfe des Quincke'schen Apparates wurde auch die graphische Bestimmung der Schwingungszahl einer Stimmgabel angegeben. In dem einleitenden Kapitel der Optik wurden Bemerkungen über die Definition der Spektren eingeschaltet und durch eine schöne Abbildung erläutert. Bei der Bestimmung des Brechungsindex wurde das Totalreflektometer von Pulfrich berücksichtigt. Neu ist auch ein Absatz über die Drehung der Polarisationssebene durch Salzlösungen.

Die meisten Zusätze finden sich bei der Elektrizitätslehre. Neben den Gyrotropen von Pohl und Rühmkorff wurde ein ganz einfacher Stromwender angegeben. Bei den Galvanometern wurden die Instrumente von Quincke und von Deprez-d'Arsonval, die Verwendung des Nebenschlusses und die Verwendung der Galvanometer als Ampèremeter und Voltmeter aufgenommen. Das Ohmsche Gesetz wurde viel eingehender behandelt als in den vorigen Auflagen. Ganz neu ist ein Abschnitt über die Bestimmung der Dielektrizitäts-Constante. Die Abschnitte über Magnetismus, Elektrodynamik und Induktion erfuhren eine fast vollständige Umarbeitung und bedeutende Vermehrung.

Mit Rücksicht darauf, dafs das Buch vielfach von Solchen benutzt wird, deren mathematische Kenntnisse Lücken aufweisen, wurde aufser den Anweisungen für Logarithmenrechnen und den Andeutungen über die trigonometrischen Funktionen noch eine Reihe von mathematischen Formeln (Flächen- und Körperberechnungen, Darstellung von Zahlen durch Potenzen von 10) zusammengestellt. Überdies ist ein Abschnitt, der praktische Winke über Löthen, Glasbehandlung, Quecksilberreinigung u. dergl. enthält, beigefügt worden. Da aber auf 3 Seiten doch nur das Allernotwendigste gebracht werden kann, so wäre hier ein Hinweis auf ausführlichere Handbücher, z. B. auf die ausgezeichnete Anweisung zum Glasblasen von Ebert, nicht unpassend gewesen.

Weggelassen wurde die Bestimmung der spezifischen Wärme mit dem Eiscalorimeter, die Bestimmung des spezifischen Gewichtes und des Molekularvolumens der Flüssigkeiten beim Siedepunkte, das Elektrometer von Hankel, für welches das Capillarelektrometer aufgenommen wurde, und der Nachweis von Thermoströmen zwischen verschiedenen Stellen derselben Substanz; dafür wurde ein Abschnitt über die thermoelektromotorische Kraft in absolutem Mafse eingesetzt.

Auch das Register erfuhren mannigfache Änderungen, die geringfügig scheinen mögen, aber die Übersicht des Inhaltes bedeutend erleichtern. Sehr dankenswert sind auch die Zusätze zu den Angaben der Apparate, Utensilien etc., die zur Ausführung der Versuche notwendig sind. Manches, was dem flüchtigen Blicke vielleicht eine unwesentliche Kleinigkeit ist, wird bei der Ausführung ein wichtiges Hilfsmittel.

Referent hat das Buch sowohl zu eigenen Arbeiten als auch zu (freiwilligen) Übungen der Schüler des Obergymnasiums, die er sehr anregend und fruchtbringend fand, benutzt und dabei reichliche Gelegenheit gefunden, sich von der Gediegenheit und Brauchbarkeit dieses Praktikums zu überzeugen.

Haas (Wien).

Jahrbuch der Elektrochemie. Berichte über die Fortschritte des Jahres 1896. Unter Mitwirkung der Herren Prof. Dr. K. Elbs (Gießen) und Prof. Dr. F. W. Küster (Göttingen) im wissenschaftlichen Teile bearbeitet von Dr. W. Nernst, Prof. in Göttingen, im technischen Teile bearbeitet von Dr. W. Borchers. III. Jahrgang, 359 S. Halle a. S., Wilhelm Knapp 1897.

Die Elektrolyse hat sich in den letzten Jahren zu einem besonderen fast selbständigen Wissenszweig der Physik entwickelt und durch die immer zunehmende Anwendung und Technik an Umfang bedeutend gewonnen. Wenn nun auch der Zusammenhang mit dem gesamten Wissensgebiete der Physik aufrecht erhalten werden muß, und die Überblicke über die Gesamtwissenschaft, wie sie die Fortschritte der Physik geben, unentbehrlich bleiben, so ist es für den Spezialisten ein Bedürfnis, möglichst schnell und möglichst kompakt das Wichtigste aus seinem Fache zugänglich zu haben. Es ist daher auch in diesem Jahresbericht die Form der Übersicht und nicht die der Einzelberichte gewählt, wie aus dem Inhalt hervorgeht.

I. Wissenschaftliche Elektrochemie S. 3—74: Allgemeines; Elektrolytische Leitfähigkeit und Dissociationen; Theorie der galvanischen Stromerzeugung; Polarisation und Elektrolyse; elektrochemische Messkunde (von W. Nernst); Dielektrische Messungen, Elektroanalyse (von Küster). II. Angewandte Elektrochemie. A. Erzeugung elektrischer Energie S. 75—113 (von K. Elbs): Mechanische Verbesserungen, Elektroden, Elektrolyte, Trockenelemente, Leitungen galvanischer Elemente, Kohleelemente, Patentliste. — B. Akkumulatoren S. 114—162 (von K. Elbs): Bleiakkumulatoren, Nichtbleiakkumulatoren, Patentliste. — Elektromagnetische Aufbereitung S. 162—185; Elektrochemische Apparate und Methoden S. 185—208 (von W. Borchers). — Metalle S. 208—253: Spezielle Metallurgie: Alkali-, Erdmetalle, Edel-Erz-Metalle (Cu, Zn, Cd, Hg, Sn etc.). — Untersuchungen und Vorschläge allgemeinen Charakters (Metallbearbeitung, Galvanoplastik etc.): Anorganische Verbindungen, S. 254—289: Carbide, Silicide, Boride, Säuren und Salze, Alkali und Chlorindustrie etc. — Organische Verbindungen (von K. Elbs) S. 289—327: Elektrolyte organischer Verbindungen etc. — Bleichen und Desinficieren, S. 327—333. — Empfehlenswerte Veröffentlichungen S. 334—336. — Alphabetisches Register (Autoren-Register) S. 337—359.

Es ist zu hoffen, daß die Beteiligung der Fachleute das dankenswerte Unternehmen unterstützt; auch mag auf die Encyclopädie der Elektrochemie, die in demselben Verlage erschienen ist, (Primärelemente von H. S. Eberhart und P. Schoop, Sekundärelemente von P. Schoop, Elektrolyse als Hilfsmittel der analytischen Chemie (Dr. B. Neumann) unsere Kenntnis von der Elektrolyse organischer Verbindungen von Löb etc., hingewiesen werden.

Schw.

Roscoe-Schorlemmers Lehrbuch der anorganischen Chemie von Sir Henry E. Roscoe und Dr. Alexander Classen. II. Band. Dritte gänzlich umgearbeitete und vermehrte Auflage. Braunschweig, Friedr. Vieweg u. Sohn 1897. 962 S.

Bei dem immer mehr anwachsenden Stoff in den einzelnen Naturwissenschaften besteht für die Handbücher die Gefahr, daß sie schnell veralten und nicht mehr ein Bild von dem geben, was als bleibend neu in die Wissenschaft aufgenommen ist. Dazu kommt noch, daß bei Darstellung der Wissenschaften, welche mit der Technik in naher Beziehung und Wechselwirkung stehen, wie Physik und Chemie, auch dieser Entwicklung Rechnung getragen werden muß. Für die Chemie ist durch das Erscheinen so vortrefflicher Hilfsmittel, wie das vorliegende, jene Gefahr bedeutend vermindert. Der Band enthält die Chemie der Metalle und berücksichtigt die Technik so weit, wie es für den Unterricht an höheren Lehranstalten erforderlich ist. Da nun die neueren Methoden der Metallgewinnung, die Feuerungsanlagen und elektrolytischen Verfahren berücksichtigt sind (Aluminium, Eisen), indem gleichzeitig die historische Entwicklung festgehalten ist, giebt das Werk dem Lehrer der Chemie ein vortreffliches Hilfsmittel in die Hand, um selbst das, was die gewöhnlichen Schullehrbücher oft an veraltetem Material bringen, durch Weiterführung bis zur Gegenwart zu vervollständigen, ohne daß er auf die ausgedehnten technologischen Werke oder Fachjournale zurückzugehen brauchte, wozu ihm indes durch litterarische Hinweise überdies der Weg geebnet ist. Dazu sind die neuesten That-sachen in ausreichendem Maße, ohne daß eine Überfülle von Stoffanhäufung gegeben ist, berücksichtigt, und die Ausstattung ist, wie man es bei den Werken dieser Verlagshandlung gewohnt ist, in jeder Beziehung (Tafeln, Abbildungen und Text) eine sehr gute. — Das Erscheinen dieser dritten Auflage zeigt, wie brauchbar und empfehlenswert das Werk ist.

Schw.

Entwicklung, Bau und Betrieb der elektrischen Öfen zur Gewinnung von Metallen, Carbiden und anderen metallurgisch wichtigen Produkten. Von W. Borchers. Bd. 9 der Encyclopädie der Elektrochemie. Halle a. S. W. Knapp. 64 S.

Die kleine Schrift ist ein unveränderter Abdruck einer Reihe von Aufsätzen, welche der Verf. im 3. Bande der in demselben Verlag erscheinenden Zeitschrift für Elektrochemie veröffentlicht hat. Der Inhalt jener Aufsätze hat nur durch die Beschreibung der zur Calciumcarbidgewinnung dienenden Öfen der amerikanischen Calciumcarbidgesellschaft, sowie der zu dem gleichen Zwecke bestimmten Öfen von Tenner und Bullier eine kleine Erweiterung erfahren. Bei der außerordentlich großen Anzahl von Ofenkonstruktionen, welche teils zur Reduktion, teils zum Schmelzen von Metallen, teils endlich zur Herstellung von Metallcarbiden und -siliciden bestimmt sind, ist es ein dankenswertes Unternehmen, eine nach einheitlichen Gesichtspunkten geordnete Zusammenstellung derselben zu geben. Der Verf. benutzt die sich von selbst ergebende Einteilung in Öfen, bei denen eine Erhitzung infolge eines dem Strome entgegengesetzten Leitungswiderstandes stattfindet, und in solche bei denen der zwischen den Elektroden erzeugte Lichtbogen die Erhitzung bewirkt, wobei dann im allgemeinen die einzelnen Öfen in der zeitlichen Reihenfolge ihres Entstehens aufgezählt werden, sodass der Leser auf diese Weise einen Einblick in die historische Entwicklung dieses Teiles der Elektrotechnik erhält. Für den Lehrer der Chemie erhält die Schrift ihren Wert dadurch, dass sie ihm einerseits eine genaue Beschreibung von gewissen Ofenkonstruktionen giebt, die er im Unterricht erwähnen muss, wie das z. B. bei den Öfen von Cowles und Héroult, die zur Gewinnung von Aluminium und seiner Legierungen verwendet werden, oder bei dem von der deutschen Gold- und Silberscheideanstalt in Frankfurt a. M. zum Schmelzen und Destillieren von Metallen dienenden Öfen der Fall ist, und dadurch, dass sie ihm andererseits Fingerzeige bei der Auswahl von Öfen geben kann, die er selbst für Unterrichtsversuche zu benutzen gedenkt; bei der heute fast überall gegebenen Möglichkeit eines Anschlusses an das Stromnetz eines Elektrizitätswerkes erscheint die allgemeinere Verwendung höher gespannter Ströme für diesen Zweck nur als eine Frage der Zeit. Von besonderem Werte sind in dieser Beziehung auch die am Schluss gegebenen Tabellen, welche die Länge des Lichtbogens in ihrer Abhängigkeit von den Faktoren der elektrischen Energie darstellen. Zahlreiche gute Abbildungen erhöhen die Brauchbarkeit des Buches. Böttger.

Quantitative Analyse durch Elektrolyse. Von Alexander Classen. 4. umgearb. Aufl. Unter Mitwirkung von Dr. W. Löb. Mit 74 Textabbildungen und 6 Tafeln. Berlin, J. Springer, 1897. M. 8,00.

Die neue Auflage des verbreiteten Werkes hat eine nicht unerhebliche Umarbeitung erfahren, wie es bei den schnellen Fortschritten auf dem Gebiet der Elektrochemie und der quantitativen Elektroanalyse insbesondere nicht anders zu erwarten war. Zunächst ist in der ersten Abteilung, dem „Allgemeinen Teil“ (S. 1—147) ein theoretischer Abschnitt einleitungsweise eingefügt worden, in dem die neueren theoretischen Ansichten über die elektrolytischen Vorgänge eine kurzgefasste aber anschauliche Darstellung finden. Es wird hier besonders die Ionentheorie, das Faradaysche und Ohmsche Gesetz behandelt und die Bedeutung der Spannung und der Stromintensität für die praktische Elektrolyse klargestellt (S. 6—20). Der „Bestimmung der Stromgrößen“ ist gemäß ihrer Wichtigkeit in der Praxis der quantitativen Elektrolyse ein eigener Abschnitt (S. 21—37) gewidmet, in dem außer den gebräuchlichen Melsapparaten auch die neueren Konstruktionen, so das Quadrantenelektrometer von Nernst und Dolezalek (vgl. d. Ztschr. X 33) mit aufgeführt sind. Gerade in diesem und den folgenden Abschnitten, „Stromquellen“ und „Einrichtungen zur Elektrolyse“, worin die ehemalige und die jetzige Einrichtung des elektrochemischen Institutes der Technischen Hochschule zu Aachen eingehend erläutert wird, sind viele Bereicherungen hinzugekommen, wie denn auch die Zahl der Abbildungen von 43 und 1 Tafel in der früheren Auflage auf die oben im Titel vermerkte gestiegen ist.

Als Stromquelle für elektrolytische Versuche empfiehlt Verfasser durchaus die Akkumulatoren und wendet sich von neuem polemisch gegen Rüdorffs Empfehlung der Meidinger-Elemente (Ztschr. f. angew. Chemie 1892, S. 3). Da die hier sich anschließenden technischen Angaben von allgemeinerem Interesse sind, so sei einiges hier mitgeteilt. Der Verf. benutzt im elektrochemischen Laboratorium der genannten Hochschule seit 1888 vier große Akkumulatoren nach Prof. Farbaky und Scheneck (*Dinglers polyt. Journ.* 257, 357; *Ztschr. f. Elektrot.* 1886, Bericht von A. v. Waltenhofen). Das Totalgewicht eines solchen Akkumulators ist 35 kg, die wirksame Fläche der Elektroden 3133 qcm, der innere Widerstand nur 0,0166 bis 0,017 Ohm; sie können mit 20 bis 50 A. geladen werden und geben beim Entladen mit 23, 30, 40 und 60 A. bzw. 150, 148, 140 und 125 Stunden-Ampères, ohne dass die Polspannung um mehr als 10% abnimmt. Unter gewissen Umständen vermag ein solcher Akkumulator über 250 Stunden-Ampères abzugeben. Die Ladung erfolgt durch eine Dynamomaschine. Die Frage

der Brauchbarkeit der Meidinger-Elemente wurde im Classenschen Laboratorium durch eine längere Versuchsreihe von Thomälen (*Chemiker-Ztg.* 1894, No. 292, 71) dahin entschieden, daß ein exaktes Arbeiten unmöglich ist, sofern man sich mit der Zahl der Elemente als Maß für die Stromstärke begnügt. Hier kommen hauptsächlich als Fehlerquellen in Betracht schlechte Kontakte und die Inconstanz des Widerstandes der Elemente, von dem gerade die Stromstärke abhängig ist. Im ganzen werden die Meidinger-Elemente nicht für alle Arbeiten verworfen, doch überall die großen Vorzüge der Akkumulatoren in helles Licht gesetzt. Übrigens verwerfen Nissenson und Rüst (*Ztschr. für anorg. Ch.* 1892, Heft 15) die Meidinger-Elemente vollständig und ziehen die Akkumulatoren auch für den technischen Betrieb jeder primären galvanischen Stromquelle vor.

Im speziellen Teil, der in die beiden Abschnitte „Quantitative Bestimmung der Metalle“ (S. 148 bis 203) und „Trennung der Metalle“ (S. 204–242) zerfällt, giebt Verfasser hauptsächlich nur seine eigenen Methoden, doch ist bei jedem Metall bzw. jeder Trennung die Litteratur über die anderen Methoden vorangestellt. Wir müssen uns versagen, auf die Vorzüge der Methoden des Verfassers im einzelnen einzugehen. Besonderen Wert erhält diese zweite Abteilung durch die Einfügung bestimmter Angaben über Elektrodenspannung, Stromintensität und Zersetzungsspannung, wie sie vom Verfasser unter Mitwirkung seiner Assistenten ermittelt wurden. Es handelt sich hier insbesondere um die Weiterführung der Arbeiten Kilianis, der zuerst auf die Wichtigkeit der Spannung für elektrolytische Trennungen hinwies, sowie Le Blancs, der für eine größere Zahl von Salzen, Säuren und Basen die Werte der Zersetzungsspannung bestimmte, ferner Freudenbergs, der, an Le Blanc anknüpfend, die Trennung von Metallen nur durch Variation der Spannung weiter durchführte. Welche Bedeutung die quantitative Elektrolyse allmählich für die Praxis gewinnt, geht aus einer Mitteilung des Verfassers (S. 70) hervor, wonach sich diese Analyse besonders für die rasche und genaue Bestimmung der in Erzen enthaltenen Metalle eignet, sodafs z. B. in dem Laboratorium eines der größten Hüttenwerke des Rheinlandes jährlich etwa 3000 Elektrolysen ausgeführt werden, welche u. a. auch für den Ankauf angebotener Erze des Auslandes ausschlaggebend sind. — Das Buch dürfte sich für jeden, der sich mit der Elektrolyse praktisch beschäftigt, als unentbehrlich erweisen.

O. Ohmann.

Versammlungen und Vereine.

Naturwissenschaftlicher Ferienkursus zu Berlin vom 29. September bis 9. Oktober 1897.

Zu dem diesmal im Herbst unter der Leitung der Direktoren SCHWALBE und VOGEL abgehaltenen Berliner Ferienkursus waren nicht weniger als 41 Kollegen aus den verschiedensten Teilen Preussens versammelt, denen sich bei den meisten Vorlesungen noch eine größere Anzahl von hiesigen, nicht einberufenen Herren zugesellte. Über die in das physikalisch-chemische Lehrgebiet fallenden Veranstaltungen möge hier kurz berichtet werden, damit auch diejenigen Herren Kollegen, welche bisher dem Ferienkursus noch ferngestanden, erschen können, welche reiche Fülle von Anregung die Beteiligung an den durch die Munificenz des Herrn Ministers zu einer ständigen Einrichtung erhobenen und von den beiden Leitern mit aufopfernder Sorgfalt vorbereiteten Darbietungen eines Ferienkursus gewährt.

Die Methodik des Unterrichts findet zunächst naturgemäß bei jedem derartigen Kursus eine besondere Berücksichtigung. So zeigte Direktor Dr. VOGEL in dem Eröffnungsvortrag „über die Bedeutung der geschichtlichen Erkenntnis beim physikalischen Unterricht“ an einzelnen, glücklich gewählten Beispielen aus der Mechanik und Wärmelehre, in wie hohem Grade der Bildungswert dieses Unterrichts erhöht werden kann, wenn die Schüler zu einem Verständnis der historischen Entwicklung bahnbrechender Gedanken und der dabei zu überwinden gewesenen Schwierigkeiten hingeleit werden. — Direktor Dr. SCHWALBE hatte die überaus reichen Sammlungen seiner Anstalt, die namentlich über die historische Vervollkommnung gewisser Apparate einen trefflichen Überblick gewährten, in systematischer Anordnung zusammengestellt (s. u.); das Studium dieser Ausstellung, welche durch eine mit vieler Sorgfalt ausgewählte Zusammenstellung von neueren Apparaten unserer bekanntesten Berliner Mechaniker ergänzt wurde, füllte die Pausen der Vorlesungen in nutzbringender Weise aus. Ein Teil der besonders instruktiven Apparate wurde von Herrn Direktor SCHWALBE im Betriebe vorgeführt, namentlich wies derselbe dabei auf die Möglichkeit hin, im physikalisch-chemischen Unterricht auch wichtige geologische Vorgänge durch einfache Experimente dem Verständnis der Schüler zu erschließen.

Prof. Dr. SZYMANSKI gab in drei fast zweistündigen Experimentalvorträgen eine besonders beifällig aufgenommene Auswahl von Versuchen aus der Elektrizitätslehre. Ein Teil dieser durchweg originellen und lehrreichen Versuchsanordnungen ging über das Bedürfnis der höheren Lehranstalten hinaus, bot aber sämtlichen Zuhörern vielfache Anregung, es seien hier z. B. nur die Versuche über Impedanz erwähnt. Ein anderer Teil der Versuche, z. B. diejenigen über Induktionsströme, darf als

den Lesern dieser Zeitschrift bekannt angesehen werden. Von den zahlreichen sonstigen, für die Schule höchst wertvollen Vorführungen mögen die folgenden erwähnt sein: Um das Verständnis der Grundbegriffe des Galvanismus zu erleichtern, empfiehlt es sich sehr, immer wieder auf die Analogie mit strömendem Wasser hinzuweisen. In einem aus Glasröhren zusammengesetzten Apparat wurde diese Analogie höchst anschaulich vorgeführt. Durch eine von einem Motor bewegte, kleine Turbine wurde in zwei kommunizierenden Gefäßen eine Niveaudifferenz hergestellt, welche der Klemmenspannung am galvanischen Element entspricht. In einem zweiten Verbindungsrohr, dem Schließungsdraht, wurde alsdann durch eingesetzte Manometerrohre die gleichmäßige Abnahme des Druckes gezeigt, die jedoch sofort in eine ungleichmäßige übergeht, wenn das Verbindungsrohr in verschiedenen Teilen ungleich weit ist und dadurch der Strömung verschiedenen Widerstand entgegengesetzt. Auch die Verzweigungsgesetze wurden durch entsprechende Anordnungen demonstriert und mittels eines einfachen Stromanzeigers (d. Zeitschr. II 272) das vollständige Analogon der Wheatstoneschen Brücke hergestellt. — Die Bestätigung der am Wasserstrom gewonnenen Erkenntnisse lieferte nun zunächst der Abfluß von Reibungselektrizität. Ein langer Holzstab ist mit der Elektrisiermaschine in Verbindung gesetzt. Mittels Kolbescher Elektrometer erkennt man alsdann, wie sich die Elektrizität in diesem schlechten Leiter langsam ausbreitet, um schließlich überall gleiche Spannung herzustellen (d. Zeitschr. I 184). Sobald nun das Ende des Stabes zur Erde abgeleitet wird, erkennt man an den Elektrometern die successive Abnahme der Spannung bis auf Null. Der Spannungsabfall des galvanischen Stromes wird mittels einer durch das Galvanometer geführten Abzweigung untersucht (d. Zeitschr. a. a. O.), gleicher Abstand der abgeleiteten Punkte ergibt gleichen Ausschlag am Galvanometer. Es ergibt sich aus derartigen Versuchen ohne Schwierigkeit das Ohmsche Gesetz, auch können dieselben sofort zur Poggendorfschen Compensationsmethode für die Messung der elektromotorischen Kraft hinleiten, bei welcher die zu vergleichenden Elemente bekanntlich stromlos bleiben, was für die Normalelemente von Clark und Weston erforderlich ist. — Die Verschiedenheit der Temperaturcoefficienten des Widerstandes wurde an einem aus Nickel, Kupfer und Eisen zusammengesetzten Draht gezeigt. Das Nickel gerät infolge seines größeren Widerstandes durch einen starken Strom zuerst ins Glühen, bald glüht aber auch das Eisen und dieses leuchtet schließlich viel stärker als das Nickel, da sein Widerstand bei hoher Temperatur wesentlich größer ist, während Nickel einen sehr kleinen Temperaturcoefficienten besitzt. — An eine Erläuterung verschiedener Galvanometer, z. B. des jetzt viel gebrauchten d'Arsonvalschen knüpfte sich die Besprechung der Aronschen Elektrizitätszähler. Ein einfaches Modell eines solchen war aus einem Metronom mit Eisengewicht und untergesetzter Drahtspule hergestellt. — Als Beispiel unmittelbarer Anwendung des Starkstroms wurde das elektrische Schweißen und Löten, sowie das Härten bestimmter Stellen demonstriert. — Die Vorteile der Transformation in hochgespannten Strom bei Fernleitungen wurden mit Hilfe zweier Induktionsapparate an einer Glühlampe gezeigt. An Stelle einer Fernleitung wurde ein Widerstand von 100 Ohm benutzt, nach dessen Einschaltung die Glühlampe bei niedrigem gespanntem Strom nicht mehr leuchtet. Leitet man jedoch den hochgespannten, induzierten Strom des ersten Induktionsapparats durch den Widerstand und dann in die sekundäre Spule des zweiten Induktors, so leuchtet die Lampe, wenn sie in die primäre Spule des letzteren eingeschaltet wird. Dieselbe Stromquelle bringt jetzt also die Lampe trotz der Fernleitung mit Hilfe des Transformationsprinzips zum Leuchten. — Zum Nachweis der magnetischen Grundgesetze bedient sich Prof. SZYMANSKI mehrerer gleichartiger, langer Magnetstäbe, bei denen man die Wirkung des entfernteren Poles ohne merklichen Fehler vernachlässigen darf; eine Combination mehrerer solcher Stäbe gestattet dann, neben der Abhängigkeit der Wirkung von der Entfernung auch die Bedeutung der Menge des Magnetismus klarzustellen. — Großes Gewicht wurde alsdann auf das Verständnis magnetischer Kraftfelder gelegt. Ein Drehfeld läßt sich z. B. in recht einfacher Weise durch zwei Magnetnetze herstellen, die einer Magnetnadel abwechselnd genähert resp. entfernt und alsdann umgedreht werden. Die Nadel kann dadurch in Drehung versetzt werden. Das Vorhandensein des Drehfeldes bei einem Mehrphasenstrommotor wurde durch in das Feld gebrachte Nägel und Eisenfeilspäne demonstriert, die im Drehfeld einen lebhaften Tanz vollführen. Zur Erklärung der Entstehung des Drehfeldes gebraucht Prof. SZYMANSKI ein höchst sinnreiches Modell, welches die Drehung der resultierenden Kraftichtung für zwei- oder dreiphasigen Strom sehr anschaulich vor Augen führt, dessen Konstruktion jedoch mit wenigen Worten nicht gut zu beschreiben ist. — Als Vorbereitung für die Hertz'schen Versuche ist es nötig, dem Schüler die Auflösung des Entladungsfunkens in eine oscillierende Entladung zu zeigen. Zu diesem Zweck wurde der Funke durch Schleifkontakte auf einer durch einen Motor in schnelle Umdrehung versetzten Scheibe hervorgerufen, wobei er sich deutlich in eine Reihe von Einzelfunken auflöst, während bei Einschaltung einer nassen Schnur nur ein verbreiteter, einfacher Funke erkannt werden kann. Dafs die schnell aufeinander folgenden Entladungen,

aus denen sich ein Funke zusammengesetzt zeigt, einem Wechselstrom entsprechen, läßt sich nach Paalzow durch Anwendung einer Geißlerschen Röhre zeigen, in der beim Durchgange der Entladung einer Leydener Flasche an beiden Elektroden das Glimmlicht entsteht. — Im Anschluß an diese Versuche wurde dann die ganze Reihe der Hertz'schen Versuche durchgeführt, indem als Empfänger teils die Rubens'schen Thermolemente, teils die Branly'schen Cohärer benutzt wurden. [Eine genauere Beschreibung dieser Versuche wird demnächst in dieser Zeitschrift erscheinen.]

Die aktuelle Telegraphie ohne Draht nach Marconis Anordnung wurde sowohl von Professor SZYMANSKI, als auch von Herrn Mechaniker ERNECKE in einer für die Schule geeigneten Form demonstriert, der Vorführung des letzteren Herrn schlossen sich noch glänzende Tesla-Versuche und Röntgen-Durchleuchtungen an.

Zu den rein-wissenschaftlichen Vorlesungen gehörten zwei optische Lektionen von Prof. Dr. LUMMER. Derselbe experimentierte zunächst mit seinem neu konstruierten, aus Platinblech von 0,001 mm Dicke bestehenden Bolometer. Mit demselben wurde die Absorption der dunklen Wärmestrahlen durch Wasser und die sehr geringe Energie der Lichtstrahlen irdischer Lichtquellen gezeigt, auch wurde das Vorhandensein von Strahlen von der Wellenlänge 50μ im Lichte des Zirkonbrenners nach Rubens' Methode mehrmaliger Reflexion am Quarz constatirt. — Nachdem sodann die Strahlungsgesetze von Kirchhoff, Stefan, Boltzmann und Wien besprochen waren, wurde die Verwirklichung eines absolut schwarzen Körpers durch Benutzung inwendig spiegelnder Hohlkörper demonstriert. Die zweite Vorlesung beschäftigte sich mit der Photometrie, wobei der Lummer-Brodhunsche „ideale Fettfleck“ eine wichtige Rolle spielte. Die Schwierigkeit der Definition einer normalen Lichteinheit wurde erörtert, Lummer schlägt dafür die Helligkeit eines Platinblechs in demjenigen Glühzustande vor, bei welchem die von einem Wasserkasten durchgelassene Strahlung ein Zehntel der Gesamtstrahlung ist. Schließlich wurden die verschiedenen, im Gebrauch befindlichen Lichtquellen bis zur Schülke'schen Acetylenlampe und der Ebert'schen Luminescenzlampe besprochen.

Prof. H. W. VOGEL führte in zwei Vorlesungen in die Grundlage der Photographie ein und besprach dabei die verschiedenen, auf die Photographie sich stützenden vervielfältigenden Künste, sowie die Methoden der Sensibilisierung der photographischen Platte für bestimmte Farben und die Anfänge der Lösung des Problems der farbigen Photographie.

Unsere jetzige, allerdings noch immer recht lückenhafte Kenntnis vom Erdmagnetismus wurde vom Direktor des erdmagnetischen Observatoriums in Potsdam, Professor Dr. ESCHENHAGEN, in zwei Stunden vorgetragen. Namentlich wurde dabei auf die demnächst beginnende magnetische Landesaufnahme Bezug genommen und als Beispiel derselben die magnetische Untersuchung des Harzes durch den Vortragenden etwas näher besprochen.

„Aus der Stereochemie“ betitelten sich zwei Vorlesungen, welche der Begründer dieses Zweiges der Chemie, Prof. VAN 'T HOFF, in seinem Institut abhielt. Der Inhalt der Vorlesungen ist in dieser Zeitschrift an anderer Stelle (vgl. S. 23) von dem Vortragenden selbst ausführlich mitgeteilt.

Schließlich seien noch die geologischen Vorträge erwähnt, in welchen Herr Prof. DAMES ein anschauliches Bild der neueren Anschauungen über Gebirgsbildung in Anlehnung an Suess' Antlitz der Erde entwickelte. An diese Vorträge schlossen sich Exkursionen in die Rixdorfer und Britzer Sandgruben, sowie in die Thongruben von Glindow bei Werder an. Außerdem wurde im Anschluß an die Vorlesungen von Prof. Lummer die physikalisch-technische Reichsanstalt, und im Anschluß an die Vorträge von Prof. Eschenhagen das meteorologische Institut in Potsdam besichtigt. Endlich fanden noch Besuche der Berliner Elektrizitätswerke und des Treptower Riesenfernrohrs statt. Der Schluß des Kursus, der außer den hier besprochenen Vorlesungen auch anregende Belehrung auf botanischem und geographischem Gebiete bot, erfolgte bei einem gemeinsam in Wildpark eingenommenen Festmahl nach der geologischen Exkursion durch Direktor Dr. Schwalbe.

Koerber.

Im Anschlusse an den Ferienkursus war im Dorotheenstädtischen Realgymnasium eine Ausstellung naturwissenschaftlicher Lehrmittel veranstaltet. In der physikalischen und chemischen Abteilung der Ausstellung hatten 20 Firmen eine äußerst reichhaltige Sammlung von Apparaten sowohl für den Unterricht wie zur wissenschaftlichen Forschung zur Schau gebracht. Die Ausstellungen der einzelnen Firmen wichen insofern beträchtlich von einander ab, als die einen nur Apparate, welche nach Erfindung und Konstruktion neu, beziehungsweise ihr Eigentum waren, vorgeführt hatten, während die anderen daneben auch eine große Anzahl von Apparaten der herkömmlichen Form ausgestellt hatten.

Bieling (Steglitz, Florastraße 2) hatte ein Sonometer (eigener Konstruktion) ausgestellt, in welchem die Schwingungen einer Deckglasplatte in einer bisher noch nicht erreichten Weise auf eine Zeigerwelle übertragen werden. Der Apparat, der eine außerordentliche Empfindlichkeit aufwies, ist

voraussichtlich geeignet, den Weg zu einer Messung der Tonstärke zu bahnen und erklärt manche Erscheinungen am Phonographen.

Bohne (Berlin S., Prinzenstr. 90) brachte Holosteric-Barometer, Aneroid-Barographen und Metallthermographen zur Ausstellung, darunter ein Holosteric-Barometer für Schulen (40 M.), das unter einer Glasglocke hermetisch abgeschlossen und mit einem nach dem abgeschlossenen Raum führenden Gummischlauch nebst Mundstück versehen ist. Durch Hineinblasen und Saugen kann man das Steigen oder Fallen des Barometers zeigen. Besonders anregend dürften die Aneroid-Barographen und Metallthermographen sein (95 und 120 M.), die mit 8 Tage gehendem Uhrwerk versehen sind, zumal wenn sie den Schülern zur täglichen Beobachtung zugänglich gemacht werden. Die einzelne Beobachtung des Barometerstandes reizt den Schüler wenig und bleibt für ihn tot, aber die anschauliche Darstellung in der Kurve des Barogramms wird sein Interesse immer fesseln, besonders wenn er an meteorologisch-interessanten Tagen auf die überall zugänglichen Wetterkarten hingewiesen wird.

Bussenius (S.W., Oranienstr. 122): Funkeninduktoren in allen Gröfsen, Bäder für galvanischen Niederschlag von Cu und Ni, Modelle von Dynamomaschinen, ferner Modelle, welche übersichtlich auf je ein Brett montiert eine Fernsprechanlage, eine elektrische Kontaktfernthermometeranlage und einen elektrischen Wasserstandsanzeiger für Max- und Minimalstand in Betrieb zeigten.

Ernecke (S.W., Königgrätzerstr. 112) hatte aus seinem bedeutenden Lager eine sehr große Zahl von Apparaten aus allen Gebieten der Physik ausgestellt. Zum Teil waren dieselben zusammengestellt nach dem Normalverzeichnis des Vereins zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften (d. Zeitschr. IX 179).

Fuess (Steglitz, Düntherstr. 7—8): Ein einfaches Kathetometer, ein Heliostat für Schulen (d. Zeitschr. IX 157), ein Lupenmikroskop für direkte Beobachtung und für Photographie (zur Anfertigung von Photogrammen nach mikroskopischen Präparaten sehr zu empfehlen), ein Demonstrationsmikroskop für den mineralogisch-petrographischen Unterricht und neue Federquetschhähne (d. Zeitschr. X 215).

Gebhardt (C., Neue Schönhauserstr. 6): Ein großer Blasetisch für 9 Pfeifen, ein Apparat zum Mariotteschen Gesetz nach E. Schulze, Ampèresche Gestelle nach Dr. Raps für Strom von 8 und von 20 Ampère (der Contact wird nicht durch Quecksilber hergestellt, sondern durch Rädchen, welche auf einer Metallfläche rollen).

Görs (SW., Hagelsbergerstr. 5) hatte ausgestellt Flächenbolometer nach Lummer-Kurlbaum und zwar ein einfaches mit zwei Zweigen (Gitterstreifen 2 mm breit und 0,001 mm dick) und eins mit 4 Zweigen combinirt mit einer Ausgleichbrücke mit Quecksilbercontact (in Thätigkeit unter Benutzung eines Szymański'schen Galvanometers), ferner hochempfindliche Wasserwagen.

Heele (O., Grüner Weg 104): Optische Bank, Spektralapparate, Taschenspektroskope nach Browning und Vogel, sowie eigener Konstruktion, darunter sehr gute Geradsichtsspektroskope zum Preise von 14 bis 18 M., bei denen der vorn am Rohr befestigte Spalt mit einer Glasplatte vor Staub geschützt ist, sodafs das Spektrum stets rein und ohne Querlinien erscheint. Besonderes Interesse fand ein Differentialapparat zur Messung der Ausdehnung fester Körper, in den ein Eisenstab und ein Stab aus „immunem“ Stahl (Krupp) eingespannt waren; der immune Stahl zeigte einen linearen Ausdehnungscoefficienten von ungefähr ein Siebzehntel des Ausdehnungscoefficienten des Eisens. Die Ausdehnung des immunen Stahls ist bei mäfsiger Erwärmung eine so geringe, dafs Pendel zu astronomischen Uhren aus immunem Stahl keiner Compensation bedürfen. Neu war ferner der Luftastronomischen Uhren aus immunem Stahl keiner Compensation bedürfen. Neu war ferner der Luftgewichtsmesser nach Dr. Salomon, ein dem Aneroid ähnliches Thermo-Baroskop, welches direkt das Gewicht eines Kubikmeters Luft anzeigt. Der Apparat enthielt daneben noch eine besondere Teilung für artilleristische Zwecke.

Herbst (O., Krautstr. 26 a) hatte ebenfalls eine sehr reichhaltige Sammlung von Apparaten aus verschiedenen Gebieten ausgestellt. Erwähnt seien Heinzesche Brenner für einfarbiges Licht, Brenner für sensitive Flammen nach Schwalbe, Apparate für Spiegelung und Brechung des Lichts nach Szymański, eine Projektionslampe für Gasglühlicht, Linsenstative, eine offene Lippenpfeife (C = 130,5 Schwingungen) zur Sichtbarmachung der Knotenpunkte der Obertöne nach Szymański, Szymański's Ventil nebst Manometer zum Nachweis der Knotenpunkte in Lippenpfeifen, Elektroskope zum Voltaschen Fundamentalversuch, desgl. für objektive Darstellung nach Szymański, M. Koppes Apparat zu Versuchen über das Trägheitsmoment, Wasserpresse nach Oerstedt und Magnus, zugleich zur Verflüssigung von Gasen durch Druck verwendbar.

Keiser und Schmidt (N., Johannisstr. 20) boten eine auserlesene Sammlung von Apparaten aus ihrem Spezialarbeitsgebiet (Galvanismus) dar: Funkeninduktoren, die grösseren (von 15 cm Funkenlänge aufwärts) mit auswechselbarem Unterbrecher, so dafs man sie nach Bedarf mit Platin- oder Deprezunterbrecher oder mit Quecksilberwippe arbeiten lassen kann oder mit dem neuen rotierenden

Quecksilberunterbrecher für schnelle Unterbrechungen, Spiegelgalvanometer nach Szymański, eine Universalmessbrücke und Stöpselrheostate mit Präzisionswiderständen, Ampère- und Voltmeter, eine Dynamomaschine (Handbetrieb) für Gleichstrom und dreiphasigen Wechselstrom.

Leppin und Masche (SO., Engel-Ufer 17) stellten aus eine Sammlung von Apparaten für praktische Schülerübungen nach Stewart und Gees Practical Physics.

Meckel (NO., Kaiserstr. 35): Projektionsapparate für Zirkon-, Kalk- und Petroleumlicht. Bei letzteren liegt der Reflektor außerhalb der Leuchtammer, so daß er nicht so leicht dem Verderben ausgesetzt ist. Die Brenner für Kalklicht sind entweder für Knallgas oder für Sauerstoff-Leuchtgas eingerichtet und gestatten die Verwendung von Kalkstücken in beliebiger Form. Für Schulen, denen weder elektrischer Strom noch Leuchtgas zur Verfügung steht, dürfte sich zur Erzeugung von Kalklicht die ausgestellte Benzin-Sauerstofflampe empfehlen. Dieselbe ist ganz gefahrlos, da der Benzinhälter durch ein längeres Zuleitungsrohr, in dem sich ein Docht zum Aufsaugen des Benzins befindet, vom Brenner getrennt ist.

Niehls (N., Schönhauser Allee 168 a): Ein Breguetsches Metallthermometer mit einer für den Unterricht sehr zweckmäÙig eingerichteten Skala, von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt geprüfte Thermometer, darunter ein Minimumthermometer herabreichend bis -120° , hochgradige Thermometer bis 550° reichend (mit CO_2 unter Druck gefüllt, Borosilikatglas, Skala nach gesetzlich geschütztem Verfahren eingebrannt), Fadenthermometer nach Dr. Mahlke (langgestrecktes Gefäß, Korrektionskala), Siedethermometer, Psychrometer, ein Heberbarometer (an einem beweglichen Arm befestigt, Teilung auf Glas, der Hahn durch den Zug einer elastischen Feder, deren Befestigung sich im Küken befindet, festgehalten), einen Trockenapparat für Gase nach Pernet, Gaswaschflaschen mit sternförmig angeordneter Einströmungsröhre. Besonders erwähnt sei noch die Härteskala für Glas nach Niehls, die jedem, der sich mit Glasbläserei befaßt, von höchstem Nutzen ist.

Rohrbeek (NW., Karlstr. 24): Apparate für den Unterricht in der Chemie: Hempelscher Ofen zur Demonstration von Hüttenprozessen, Apparat zur Darstellung reiner Gase nach Finkener, zur Chlorentwicklung nach Norblad, zur Entwicklung von Sauerstoff aus Wasserstoffsperoxyd, zur Darstellung der Farbenreaktionen durch H_2S . Patent-Energie-Kühlapparat (Liebig'scher Kühler, bei dem innerhalb des Gasrohres sich noch ein Kühlrohr befindet).

Schieck (SW., Halleschestr. 14): Schulmikroskope (Vergrößerung bis 600mal 85 M., bis 200mal 60 M., bis 150mal 30 M.).

G. A. Schultze (SO., Köpnickstr. 128): Fernthermometer, System Prof. Dr. Mönnich (in Betrieb).

Vofs (NO., Pallisadenstr. 20): Influenzelektriermaschinen in verschiedener Größe und Ausstattung, und eine Reihe von Hilfsapparaten zu Versuchen über statische Elektrizität.

Warmbrunn Quilitz und Co. (C., Rosenthalerstr. 40): Elektrischer Schmelzofen nach Rößler, Poroskop nach Christiani, Variometer nach v. Hefner-Alteneck. Billige Glashähne (mit der von Niehls zuerst benutzten Sicherung durch Conus und Gummiring), Absorptionskästen.

Wehrsen (SO., Brücken-Allee 10 b): Influenzelektriermaschinen mit Glas- und Hartgummi-scheiben, Apparate zur statischen Elektrizität. X-Strahlphotographie eines erwachsenen Menschen.

Georg Winkelmanns Buchhandlung (W., Oberwallstr. 14—16): Physikalische und technologische Wandtafeln.

R. Heyne.

Verein zur Förderung des physikalischen Unterrichts in Berlin.

Sitzung am 14. Juni 1897. Herr K. Geissler führte seine neue Wellenmaschine vor (vgl. d. Zeitschr. X 283). — Derselbe setzte dann sein Verfahren beim ersten chemischen Unterricht auseinander.

Sitzung am 23. August 1897. Herr Fordemann erstattete einen Bericht über den 2. Frankfurter Ferienkursus, in dem er eingehend die Vorlesungen des Herrn Prof. Dr. Epstein über die Elemente der elektrischen Arbeitsübertragung, die elektro-technischen Übungen und den Besuch des Frankfurter Wasserwerks, der Gold- und Silberscheideanstalt und der Höchster Farbwerke schilderte. Vgl. d. Zeitschr. X 209. *Naturw. Wochenschrift XII No. 29—31.* In der sich anschließenden Besprechung wurde von einer Seite gewarnt, sich zu einseitig mit der Elektrizität und ihren Anwendungen zu beschäftigen, und zugleich auf den Wert von Versuchen mit calorischen Maschinen hingewiesen; von anderer Seite hingegen wurde betont, daß es für den Lehrer notwendig sei, in derartigen Übungen den Gebrauch des Starkstroms praktisch kennen zu lernen. Hinsichtlich der hierbei aufgeworfenen Frage, ob man das Ohmsche Gesetz in der Form $i = e/w$ oder $iw = e$ aussprechen solle, war man allgemein der Ansicht, daß aus den verschiedensten Gründen der ersten Form der

Vorzug gebühre und dafs nur für gewisse praktische Zwecke auch die zweite Form angewendet werden könne. — Herr B. Schwalbe machte einige Mitteilungen über den nächsten Berliner Ferienkursus und die damit verbundene Apparatausstellung.

Mitteilungen aus Werkstätten.

Physikalische Apparate für praktische Schülerübungen.

Die Firma Leppin und Masche in Berlin (S.O., Engelufer 17) fertigt seit Jahren die in *Practical Physics* von B. STEWART und H. GEE beschriebenen Schülerapparate für englische Schulen an und hat soeben ein Preisverzeichnis dieser Apparate herausgegeben, um sie auch inländischen Schulen zugänglich zu machen. Eine ausführliche Beschreibung davon findet der deutsche Leser in der Übersetzung des genannten Buches von Dr. K. Noack (Berlin bei Julius Springer). Auch in dem Preisverzeichnis sind die Versuche, die sich mit den einzelnen Apparaten anstellen lassen, kurz zusammengestellt. Eine Anzahl dieser Apparate wird in zwei Ausführungen angefertigt, einer einfachen mit lackierten Holzteilen und auf Papier gedruckten Maßstäben und einer besseren mit fein polierten Holzteilen (meist Nufsbaumholz) und Skalen auf Buchsbaum oder Messing (versilbert) sowie mit eleganter bearbeiteten Metallteilen. Die Brauchbarkeit ist bei beiden Qualitäten gleich und für die in Frage kommenden Versuche vollkommen ausreichend.

Die Apparate, 76 an der Zahl, entsprechen folgenden Abschnitten des Leitfadens: Elektrisierung durch Reibung und Leitung. — Elektrisierung durch Induction. — Elektrophor. — Faradaysche Versuche. — Wirkung einer leitenden Umhüllung. — Potentialversuche am Elektrometer. — Condensator. — Magnetische Grundversuche. — Magnetisches Feld. — Magnetischer Meridian. — Gesetz der umgekehrten Quadrate, magnetische Kurven, Kraftlinien. — Bestimmung der Inclination. — Wirkung eines Magneten auf einen andern. — Magnetschwingungen. — Bestimmung von H und M . — Vergleichsmagnetometer. — Probiertstiftmethode zur Bestimmung der Verteilung der magnetischen Kraft längs eines Magneten. — Grundversuche zur Berührungselektrizität. — Galvanische Verkupferung. — Galvanoskop. — Spiegelgalvanometer. — Vergleichung elektromotorischer Kräfte. — Beweis des Ohmschen Gesetzes. — Tangentenbussole. — Messung von Widerständen. — Quadrantenelektrometer. Angegeschlossen ist ein Verzeichnis von Vorrichtungen für vorbereitende Messungen (Maßstäbe, Lochmaße, Schraubereen, Sphärometer u. dgl.), sowie von Werkzeugen. Die Preise sind durchweg mäfsig, z. B. für ein Schwingungsmagnetometer M. 13 (II. Qual. 7,50), Spiegelgalvanometer M. 25 (17,50), Wheatstonesche Brücke M. 20 (7,50), Quadrantenelektrometer M. 35 (25). Für gering dotierte Lehranstalten empfehlen sich die Apparate auch zur Benutzung beim Unterricht.

Anleitung zum Gebrauch der astronomischen Tafel für 1898.

Die Karte I stellt die Sterne erster bis vierter Gröfse nördlich und südlich von der Ekliptik bis zu 30° Breite dar. Je ein Grad des Kugelumfanges, nach Länge oder Breite, ist durch eine Strecke von 1 mm dargestellt. Die Örter der Sonne sind in die Sternkarte selbst eingezeichnet, der Monatstag ist unmittelbar hinzugefügt, der Name des Monats findet sich am unteren Rande der Karte. Es bedeutet 0I den 31. Dezember des vorgehenden, 32XII den 1. Januar des folgenden Jahres.

Die Bahnen der Planeten mußten in besondere Wiederholungen der mittleren Zone des Hauptnetzes (Karte III bis VI) gezeichnet werden. Es wird leicht sein, jeden Ort eines Planeten senkrecht aufwärts in den identischen Ort der Sternkarte zu verschieben. Das Zeitintervall der auf den Bahnen hervorgehobenen Punkte beträgt 8 Tage für Sonne, Merkur und Venus, 16 Tage für Mars, 32 Tage für Jupiter und Saturn. Bei den äußersten Planeten, Uranus und Neptun, sind nur die Stillstandspunkte hervorgehoben.

Die Karte VII stellt den Mondlauf für einen siderischen Monat aus der Mitte des Jahres (11. Juni bis 8. Juli) von Tag zu Tag dar. Dabei sind die Gesetze der elliptischen Bewegung des Mondes um die Erde beachtet worden. Wird diese Bahn angenähert für das ganze Jahr benutzt, so kann der Mond in ungünstigen Fällen in seiner Bahn 4° von dem für die Stunde angegebenen Punkt entfernt stehen. Soll z. B. der Ort für den 20. Mai 0^h bestimmt werden, so sind, seit dem Beginn des siderischen Monats am 15. Mai 7^h (d. h. nach bürgerlicher Rechnung 15. Mai 7^h abends), $4^h 17^m$ verlossen. Der Mond steht also zwischen den Punkten (4) und (5) nahe den Plejaden in 60° Länge. Da die Sonne in seiner Nähe steht, so ist Neumond.

Die Karten II und II^a dienen dazu, den inneren Teil des Tierkreisgürtels, in welchem die Planeten und der Mond sich bewegen, auf den Äquator zu beziehen und die auf die tägliche

Drehung bezüglich den Fragen für die Polhöhe von Berlin ($52^{\circ} 31'$) und von Wien ($48^{\circ} 13'$) zu beantworten. Die am unteren Rande der Karten mit $1^h, 2^h \dots 24^h$ bezeichneten schrägen Linien geben eine bestimmte Rektascension α an, oder auch, nach Sternzeit, den Zeitpunkt der Culmination der Gestirne. Die Parallelkreise zum Äquator erscheinen, wie dieser selbst, als wellenförmige Linien und sind nicht für gleiche Stufen der Deklination, sondern so gezogen, daß für die angenommene geographische Breite der halbe Tagesbogen ($\frac{1}{2} T$) der in ihnen stehenden Sterne um je $\frac{1}{2}^h$ variiert.

Um z. B. die Aufgangszeit (A), Culminationszeit (C) und Untergangszeit (U) von Antares oder α im Skorpion für Wien am 23. April zu finden, bestimmt man sie zunächst nach Sternzeit, giltig für jeden Tag. Überträgt man den Ort des Sternes aus Karte (I) in (II^a), so findet man $\alpha = 16^h 22^m$, $\frac{1}{2} T = 3^h 45^m$, folglich nach Sternzeit $A = \alpha - \frac{1}{2} T = 12^h 37^m$, $C = \alpha = 16^h 22^m$, $U = \alpha + \frac{1}{2} T = 20^h 7^m$.

Zugleich ist für den Ort der Sonne am 23. April $\alpha' = 2^h 5^m$, d. h. die Sternzeit geht am 23. April gegen wahre Sonnenzeit um $2^h 5^m$ vor, ferner $\frac{1}{2} T' = 6^h 58^m$. Es ist also, nach wahrer Sonnenzeit, Sonnenaufgang um $24^h - 6^h 58^m = 17^h 2^m$, Sonnenuntergang um $6^h 58^m$.

Um für den Antares die oben angegebenen Sternzeiten in wahre Sonnenzeit zu verwandeln, hat man α' zu subtrahieren: $A = \alpha - \alpha' - \frac{1}{2} T = 10^h 32^m$, $C = \alpha - \alpha' = 14^h 17^m$, $U = \alpha - \alpha' + \frac{1}{2} T = 18^h 2^m$.

Die Karte I enthält noch eine Kurve, deren Ordinate z die Zeitgleichung für die Sonnenlänge als Abscisse darstellt. Dabei ist 1^{mm} als 1^{min} zu rechnen. So ist am 10. Februar die Zeitgleichung $= 15^{\text{min}}$, am 23. April $= -2^{\text{min}}$. Sie ist der Angabe eines Zeitpunktes nach wahrer Sonnenzeit hinzuzufügen, um ihn in mittlerer Sonnenzeit zu erhalten. Seit der Einführung der Mittel-Europäischen Zeit ist außerdem noch deren Fehler d zu den Zeitangaben zu addieren, um sie mit den ortsüblichen Uhren vergleichen zu können. Für Berlin ist $d = 6^{\text{min}}$, für Wien $d = -5^{\text{min}}$. Im ganzen sind daher die obigen Angaben um $z + d = -2^{\text{min}} - 5^{\text{min}} = -7^{\text{min}}$ zu vermehren, um für Wien nach MEZ zu erhalten: $A = 10^h 25^m$, $C = 14^h 10^m$, $U = 17^h 55^m$. Hierbei ist aber die Wirkung der Refraktion noch nicht berücksichtigt.

Aus den folgenden Tabellen ist zu dem halben Tagesbogen ($\frac{1}{2} T$) eines Gestirnes für die Polhöhe von Berlin und die von Wien zu entnehmen: die Deklination $= \delta$, die Morgen- oder Abendweite $= w$ (nördlich +, südlich -), die Verfrühung des Aufganges oder Verspätung des Unterganges durch die Refraktion $= \rho$, endlich $A(\frac{1}{2} T)$ und Δw , d. h. die Änderungen, die $\frac{1}{2} T$ und w für einen bestimmten Stern erleiden, wenn die geographische Breite φ des Beobachtungsortes um 1° wächst. Wo + und - zur Wahl steht, bezieht sich das obere Zeichen auf die obere Reihe der Werte von $\frac{1}{2} T$.

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

Wien $\frac{1}{2} T$		6 ^h 0 ^m	6 ^h 30 ^m 5 ^h 30 ^m	7 ^h 0 ^m 5 ^h 0 ^m	7 ^h 30 ^m 4 ^h 30 ^m	8 ^h 0 ^m 4 ^h 0 ^m	8 ^h 30 ^m 3 ^h 30 ^m	9 ^h 0 ^m 3 ^h 0 ^m
δ	\pm	0 ^o	7 ^o	13 ^o	19 ^o	24 ^o	29 ^o	32 ^o
w	\pm	0 ^o	10 ^o	20 ^o	29 ^o	38 ^o	46 ^o	53 ^o
ρ		4 ^m	4 ^m	4 ^m	4 ^m	4 ^m	5 ^m	5 ^m
$A(\frac{1}{2} T)$	\pm	0 ^m	1 ^m	2 ^m	3 ^m	5 ^m	6 ^m	8 ^m
Δw	\pm	0 ^o	0 ^o	0 ^o	1 ^o	1 ^o	1 ^o	2 ^o

Berücksichtigt man hiernach die Refraktion $\rho = 5^{\text{min}}$, so wird definitiv für den Antares am 23. April für Wien

$$\left. \begin{aligned} A &= (\alpha - \alpha' + z + d) - (\frac{1}{2} T + \rho) = 10^h 20^m \\ C &= (\alpha - \alpha' + z + d) = 14^h 10^m \\ U &= (\alpha - \alpha' + z + d) + (\frac{1}{2} T + \rho) = 18^h 0^m \end{aligned} \right\} (\text{MEZ})$$

Der Stern geht auf im Abstände $w = -42^\circ$ vom Ostpunkt, zwischen Osten und Süden, er hat die Deklination $\delta = -26^\circ$ und culminiert in der Höhe $H = 90^\circ - \varrho + \delta = 42^\circ - 26^\circ = 16^\circ$.

Ähnlich erhält man für die Sonne am 23. April mit Rücksicht auf die Refraktion $\varrho' = 4^{\text{min}}$

$$A = 24^{\text{h}} + z + d - (\frac{1}{2} T' + \varrho') = 16^{\text{h}} 51^{\text{m}}$$

$$C = 24^{\text{h}} + z + d = 23^{\text{h}} 53^{\text{m}}$$

$$U = z + d + (\frac{1}{2} T' + \varrho') = 6^{\text{h}} 55^{\text{m}}$$

die Morgenwerte $w = +20^\circ$, die Deklination $\delta = 13^\circ$, die Culminationshöhe $H = 55^\circ$.

Im folgenden sind noch 3 Beispiele für Berlin aufgeführt:

Ort, Zeit	Stern	$\frac{1}{2} T$	α	ϱ	z	d	A	C	U	w	δ	H
Berlin 23. April	☉	7 ^h 8 ^m	2 ^h 5 ^m	4 ^m	-2 ^m	6 ^m	16 ^h 52 ^m	0 ^h 4 ^m	7 ^h 16 ^m	21 ^o	13 ^o	51 ^o
"	Antares	3 ^h 16 ^m	16 ^h 22 ^m	5 ^m	"	"	11 ^h 0 ^m	14 ^h 21 ^m	17 ^h 42 ^m	-48 ^o	-26 ^o	12 ^o
"	♃	6 ^h 3 ^m	12 ^h 10 ^m	4 ^m	"	"	4 ^h 2 ^m	10 ^h 9 ^m	16 ^h 16 ^m	1 ^o	1 ^o	38 ^o

Die Kurven ($\frac{1}{2} T$) und (α) in Karte II bilden ein Netz, das aus rechteckigen Maschen besteht. Durchläuft man aneinanderstoßende Diagonalen immer in der Richtung von rechts unten nach links oben, was an einigen Stellen der Karte durch die gestrichelten Linien (A) angedeutet ist, so nimmt längs jeder Diagonale α und $\frac{1}{2} T$ um 30^m zu, daher bleibt die Aufgangszeit $A = \alpha - \frac{1}{2} T$ für die durchlaufene Linie constant, diese giebt also, in Karte I übertragen, am Fixstern-Himmel solche Punkte an, die zugleich aufgehen, d. h. sie giebt für die Sternzeit ($\alpha - \frac{1}{2} T$) die Spur des östlichen Horizonts am Himmel an. Die Karte II ermöglicht daher, die Stellung der gerade aufgehenden Sternbilder gegen den Horizont zu bestimmen, z. B. zeigt sie, daß die Verbindungslinie von Castor und Pollux beim Aufgange der Zwillinge fast vertikal steht. Zieht man dagegen Trajektorien durch das Netz, welche überall die Richtung der von links unten nach rechts oben gehenden Diagonalen haben, wie es durch die gestrichelten Linien (U) angedeutet ist, so bleibt längs derselben die Untergangszeit $U = \alpha + \frac{1}{2} T$ ungeändert, sie deuten also die Lage des Horizonts zu den gerade untergehenden Sternbildern an.

Legt man durch den Ort der Sonne für einen bestimmten Tag die Trajektorien (A) und (U), so bilden diese am Fixsternhimmel vier Winkelräume, der linke enthält die Abendsterne, der rechte die Morgensterne, der obere solche Gestirne, die am Morgen und am Abend zu sehen sind, der untere solche, die erst nach der Sonne auf, vor ihr untergehen, also an dem betreffenden Tage des Sonnenscheins wegen unsichtbar bleiben.

Werden durch einen Stern des Tierkreisgürtels die Linien (A) und (U) bis an die Ekliptik gezogen, so findet man dort die Tage, wo jener mit der Sonne zugleich auf- oder untergeht, d. h. die Zeiten seines kosmischen Auf- und Unterganges. Für Sterne südlich der Ekliptik fällt der kosmische Aufgang später als der Untergang, in der Zwischenzeit zwischen beiden Tagen ist der Stern nur bei Sonnenschein über dem Horizont, er bleibt also für eine längere Zeit des Jahres unsichtbar. Für Sterne nördlich der Ekliptik geht der Tag des kosmischen Aufgangs dem des Untergangs voran, zwischen beiden Tagen zieht die Sonne auf der Ekliptik im Süden des Sterns vorüber, dieser selbst ist morgens vor Sonnenaufgang, abends nach Sonnenuntergang sichtbar. Man hat die Meinung aufgestellt, daß die Bezeichnung *perenne sidus*, die man bei Ovid findet, bei solchen Sternen ganz wörtlich bedeutet, daß sie das ganze Jahr hindurch in jeder Nacht gesehen werden können¹⁾.

Die Karte VIII zeigt in doppeltem Maßstabe, wie die unteren Planeten um die Sonne gleich Trabanten hin- und herlaufen. Die uns näheren Teile der Bahn, auf denen die untere Conjunction stattfindet und die relative Geschwindigkeit der Planeten sehr groß ist, sind stark ausgezogen. Merkur wird im Maximum der Elongation dreimal als Abendstern sichtbar sein, am besten um den 10. April. Venus erreicht als Abendstern ihren größten Glanz gegen Ende des Oktober.

M. Koppe.

¹⁾ S. Harder, Progr. d. Luisenstädt. Gymn. zu Berlin, 1893, Astrognostische Bemerkungen zu den römischen Dichtern S. 17. Freilich ist man überrascht, dass eine solche Genauigkeit der Beschreibung bei einem Dichter angenommen wird, der in der Fahrt des Phaethon mit dem Sonnenwagen die jährliche und tägliche Bewegung der Sonne durcheinanderwirft. Sollte wirklich *perenne* sich nicht auch als Beiwort in dem Sinne von *aeternum* bei Sternen finden, die südlich von der Ekliptik stehen?

Himmelserscheinungen im Februar und März 1898.

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

Monatstag	Februar					März							
	4	9	14	19	24	1	6	11	16	21	26	31	
Helio- centrische Längen.	227 ^o	241	255	269	283	298	315	334	355	20	49	80	☿ ♀ ♁ ♂ ♃
	309	317	325	333	341	349	357	5	13	21	29	37	
	136	141	146	151	156	161	166	171	176	181	186	191	
	281	284	287	290	293	296	299	303	306	309	312	315	
	182	182	182	183	183	184	184	184	185	185	185	186	
	245	246	246	246	246	246	246	247	247	247	247	247	
Aufst. Knoten. Mittl. Länge.	296	296	295	295	295	295	294	294	294	294	293	293	☾ ☉
	112	178	244	310	376	82	148	214	279	345	51	117	☉
Geo- centrische Rekt- ascensionen.	111	202	238	315	17	81	144	206	282	349	40	115	☾ ♁ ♂ ♃ ♄
	293	300	307	315	323	331	339	348	357	6	14	23	
	316	322	328	334	340	346	352	358	3	9	15	20	
	318	323	328	333	338	342	347	352	356	1	5	10	
	297	301	305	309	313	317	321	325	329	333	336	340	
	190	190	189	189	189	188	188	187	187	186	186	185	
	249	250	250	250	250	251	251	251	251	251	251	251	
Geo- centrische Dekli- nationen.	+23	-1	-25	-15	+13	+26	+12	-16	-24	-0	+23	+21	☾ ♁ ♂ ♃ ♄
	-22	-21	-20	-19	-17	-14	-11	-7	-3	+2	+6	+11	
	-18	-16	-14	-12	-10	-8	-5	-3	-1	+3	+5	+8	
	-16	-15	-13	-11	-9	-7	-6	-4	-2	+0	+2	+4	
	-22	-21	-20	-20	-19	-17	-16	-15	-14	-13	-11	-10	
	-3	-3	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-0	
	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	
Aufgang.	19 ^h 37 ^m	19.28	19.18	19.8	18.57	18.46	18.35	18.23	18.12	18.0	17.48	17.36	☉
	2 ^h 23 ^m	8.44	15.33	18.44	19.59	23.2	3.49	10.36	16.1	17.33	19.19	24.13	☉
Untergang.	4 ^h 50 ^m	4.59	5.9	5.19	5.28	5.37	5.47	5.56	6.4	6.13	6.22	6.31	☉
	18 ^h 55 ^m	20.12	22.29	3.49	10.32	15.51	17.52	19.14	24.3	5.35	11.49	15.21	☉
Zeitglch.	+14 ^m 10 ^s	+14.26	+14.22	+14.0	+13.22	+12.29	+11.23	+10.8	+8.43	+7.14	+5.43	+4.11	☉

Daten für die Mondbewegung (in mitteleuropäischer Zeit):

Februar 6	7 ^h 24 ^m	Vollmond	März 7	22 ^h 29 ^m	Vollmond
13	13 35	Letztes Viertel	14	4	Mond in Erdnähe
16	20	Mond in Erdnähe	14	20 48	Letztes Viertel
20	8 41	Neumond	21	21 37	Neumond
28	0 13	Erstes Viertel	28	14	Mond in Erdferne
28	18	Mond in Erdferne	29	20 40	Erstes Viertel

Aufgang der Planeten.	Febr. 14	♀ 18 ^h 42 ^m	♀ 19.29	♂ 18.36	♀ 9.9	♃ 14.55
	März 16	18.22	18.33	17.31	6.53	13.2
Untergang der Planeten.	Febr. 14	3.0	5.1	2.52	20.51	23.11
	März 16	5.58	6.41	3.9	18.48	21.16

Constellationen. Februar 4 14^h ♀ im Aphel; 10 11^h ♃ ☿ ☾; 11 7^h ♁ ☾ ☾; 14 7^h ♁ im Aphel; 14 18^h ♃ ☾ ☾; 15 11^h ♁ obere ☾ ☾, wird Abendstern; 18 14^h ♃ ☾ ☾; 19 0^h ♁ ☾ ☾; 20 14^h ♁ ☾ ☾. — März 2 1^h ♃ ☾ ☾; 9 14^h ♃ ☾ ☾; 13 17^h α Scorpii ☾ ☾, Bedeckung; 14 1^h ♃ ☾ ☾; 16 5^h ♁ obere ☾ ☾, wird Abendstern; 19 14^h ♃ ☾ ☾; 20 3^h ☾ im Widderzeichen, Frühlings-Nachtgleiche; 21 9^h ♃ stationär; 22 15^h ♁ ☾ ☾; 22 20^h ♁ ☾ ☾; 25 13^h ♃ ☾ ☾; 26 3^h ♁ ☾ ☾; 30 6^h ♁ im Perihel.

Jupitermonde. Februar: 3 18^h56^m II. E.; 5 17^h10^m I. E.; 7 11^h38^m I. E.; 12 11^h3^m III. E.; 12 11^h10^m IV. A.; 12 13^h46^m III. A.; 14 13^h31^m I. E.; 19 15^h0^m III. E.; 19 17^h42^m III. A.; 21 13^h25^m II. E.; 21 15^h24^m I. E.; 23 9^h53^m I. E.; 28 16^h2^m II. E.; 28 17^h17^m I. E. — März: 2 11^h46^m I. E.; 9 13^h39^m I. E.; 11 7^h57^m II. E.; 11 8^h8^m I. E.; 16 15^h33^m I. E.; 18 10^h1^m I. E.; 18 10^h34^m II. E.; 25 15^h40^m II. A.; 27 8^h34^m I. A.; 27 13^h28^m III. A.

Veränderliche Sterne. Algols-Minima Febr. 9 11^h, 12 8^h, 15 5^h; März 4 10^h, 7 7^h, alle ziemlich ungünstig liegend. — R, β Lyrae, η Aquilae sind morgens zu beobachten, abends ζ, η Geminorum, ε Aurigae, ρ Persei. — α Cassiopeiae, δ und μ Cephei sind circumpolar. — Mira nähert sich dem Dämmerungsbogen und wird auch an sich schwächer.

Das Zodiakallicht ist an den mondfreien Abenden beider Monate als eine schief nach links stehende Pyramide am Westhimmel aufzufinden.

J. Pfafsmann, Warendorf.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagshandlung gestattet.

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

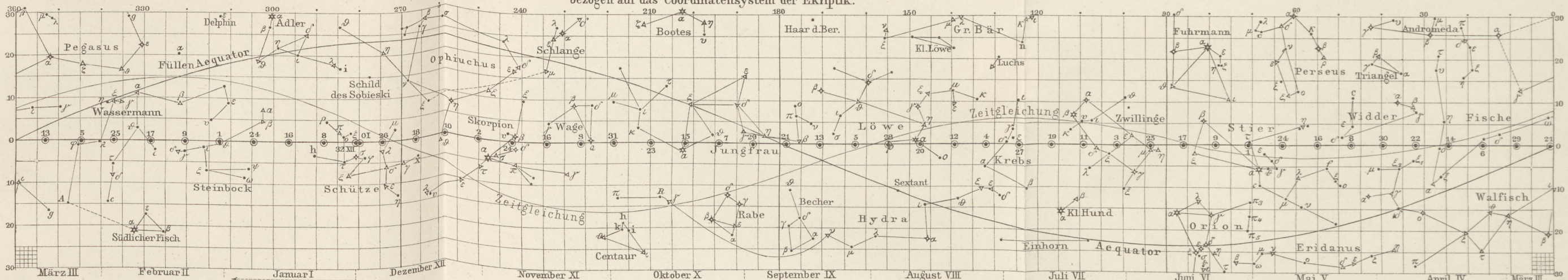
Die scheinbaren Bahnen der beweglichen Gestirne im Jahre 1898. bezogen auf das Coordinatensystem der Ekliptik.

I. Tierkreisgürtel

Orter der Sonne ☉
 (Intervall 8 Tage.)

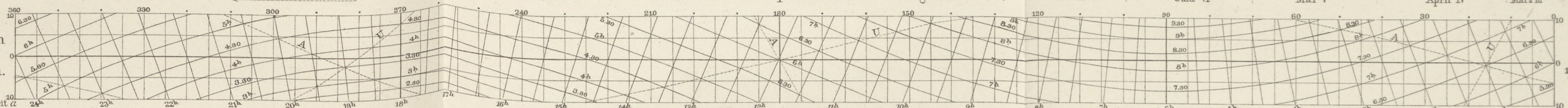
Zeitgleichung

Sterngrößen
 ☆ ◆ △ ●
 1 2 3 4



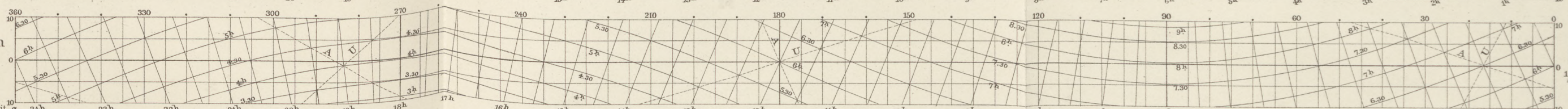
II. Halbe Tagesbogen für die Polhöhe von Berlin. 1/2 T.

Polhöhe von Berlin. 1/2 T.
 Culmination nach Sternzeit α

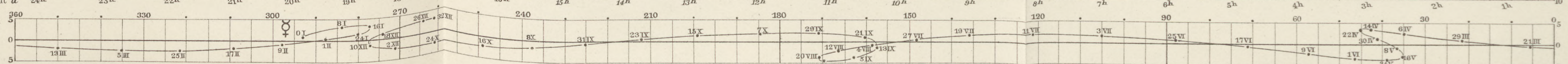


II^a Halbe Tagesbogen für die Polhöhe von Wien. 1/2 T.

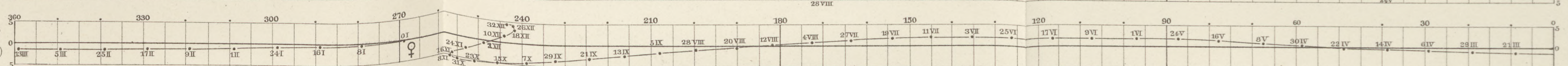
Polhöhe von Wien. 1/2 T.
 Culmination nach Sternzeit α



III. Merkur ♀ (Intervall 8 Tage.)

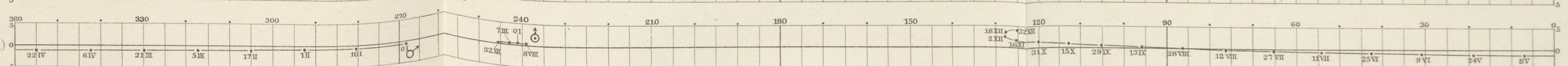


IV. Venus ♀ (Intervall 8 Tage.)



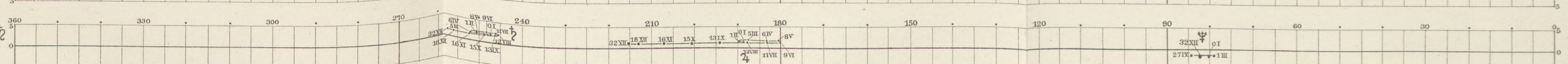
V. Mars ♂ (Intervall 16 Tage.)

Uranus ☉

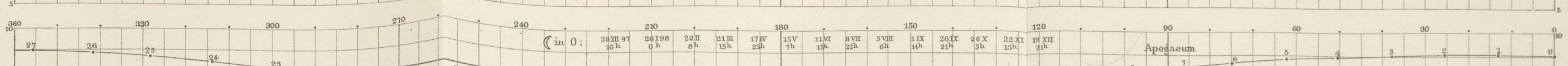


VI. Jupiter ♃, Saturn ♄ (Intervall 32 Tage.)

Neptun ♆

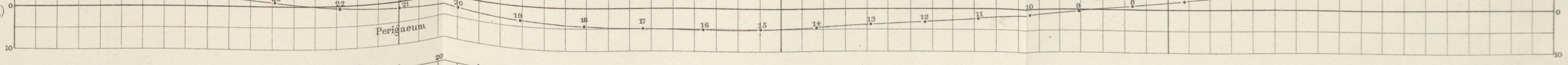


VII. Mond ☾ (Intervall 1 Tag.)



VIII. Relative Bewegung des Merkur und der Venus um die Sonne.

(Intervall 16 Tage.)
 Doppelter Maßstab.



1	2	3	4	5	6
0I	16I	1II	17II	5III	21III
7	8	9	10	11	12
6IV	22IV	8V	24V	9VI	25VI
13	14	15	16	17	18
11VII	27VII	12VIII	28VIII	13IX	29IX
19	20	21	22	23	24
15X	31X	16XI	22XI	18XII	32XII

