Zeitschrift
für den
Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XLI. Jahrgang. 1928. Erstes Heft.

Zum Beginn des fünften Jahrzehnts.

Mit dem vorliegenden Heft tritt die Poskesche Zeitschrift in das fünfte Jahrzehnt ihres Erscheinens. Wie bei dem Eintritt in die früheren Jahrzehnte darf auch diesmal und diesmal besonders mit Dank hingewiesen werden auf den Anklang, den die Zeitschrift im verflossenen Jahrzehnt nicht nur in Deutschland und Österreich, sondern auch in vielen Ländern aller Kontinente gefunden hat. Eine oberflächliche Schätzung des außerdeutschen Leserkreises hat eine Zahl ergeben, die 400 Exemplare weit übersteigt, eine Tatsache, die die Schriftleitung mit froher Zuversicht für die Zukunft erfüllt, ein Beweis dafür, daß die Zeitschrift ihre Aufgabe richtig erkannt und durchgeführt hat trotz der schweren Schicksalsschläge, die sie getroffen.

1922 wurde ihr einer ihrer bedeutungsvollsten Mitherausgeber, Höfler, durch den Tod entrissen, und 1925 mußte sie das Dahinscheiden des ersten Herausgebers, Friedrich Poske, beklagen. Im Sinne Poskes wird die Zeitschrift weiter geleitet; seine Geleitworte, die er als Programm ihr mitgegeben hat, sind und bleiben unser Leitstern für die Zukunft. Daran kann die Zeitschrift mit gutem Grunde festhalten, nachdem Poskes Ziele in den Kreisen der Schulmänner sich einen festen Boden geschaffen haben, der immer ertragreicher zu werden verspricht. Ich führe nur als Beleg eine Stelle aus der Abhandlung von G. Louis (im Deutschen Philologen-Blatt, 35. Jahrgang, Nr. 23, 8. Juni 1927, S. 369) Naturwissenschaft und Philosophie an: „Schon seit langer Zeit ist im naturwissenschaftlichen Unterricht ein anderer Geist im Werden und vielfach auch am Werk. Die Art, wie Friedrich Poske Wesen und Aufgabe des naturwissenschaftlichen Unterrichts gesehen hat, kann hier als kennzeichnend gelten. Er hat wieder und wieder gefordert, daß im Unterricht in den Naturwissenschaften neben der positivistischen Seite die humanistische zu ihrem Recht komme. Nicht wenige haben in den letzten Jahrzehnten ihren Unterricht in eben dem Sinne eingestellt. In der Gegenwart vollends ist eine mächtige Strömung erwachsen, die allen Unterricht in den Dienst von Menschenbildung stellen will. Sie verlangt auf allen Gebieten des Wissens Herausarbeitung der großen Linie, Zusammenschau der einzelnen zu umfassenden Einheiten, Zusammenfügung verschiedenartiger Seiten eines Gegenstandes zu einem Gesamtbild, das sich an den ganzen Menschen wendet, das nicht nur den Geist befriedigt, sondern auch die Gemüter ergreift. Diese Bewegung hat auch auf den naturwissenschaftlichen Unterricht eingewirkt und ihn angetrieben, sich höhere Ziele zu setzen. Unter dem Einfluß dieser Bewegung stehen auch die Richtlinien für die Lehrpläne der höheren Schulen Preußens. Sie fordern demgemäß, daß der naturwissenschaftliche Unterricht zu einem Gesamtunterricht gestaltet werde.“

Zu den Männern, die von Anfang an der Zeitschrift treue Gefolgschaft leisteten und noch leisten, gehört als erster Friedrich C. G. Müller, der verdiente praktische und geistvolle Physiker, der, trotzdem er nunmehr bald auf ein gesegnetes Alter von 80 Jahren zurückblickt, der Schriftleitung die besondere Freude gemacht hat, wie im ersten Jahrgang der Zeitschrift 1887 auch jetzt wieder 1927, mit einem namhaften einschlägigen Beitrag unter den Autoren zu erscheinen. Auch das erste Heft des fünften Jahrzehnts bringt eine Mitteilung aus seiner Feder. Diesem getreuen Ekkehard der Bestrebungen der Zeitschrift schließen sich eine unabsehbare Menge tüchtiger Mitarbeiter

in Nah und Fern an, die zu den unsrigen zählen zu können uns eine besondere Freude und Genugtuung ist.

Möge auch im neuen Jahrzehnt die Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht dienen der Wahrhaftigkeit gegenüber dem Wirklichen und dem Sinne für strenges wissenschaftliches Denken.

K. M.

Über die Umgestaltung des mathematischen und physikalischen Unterrichtes an den höheren Schulen und einige daraus sich ergebende Folgerungen für die Vor- und Fortbildung der Lehrer.

[Die doppelte Diskontinuität zwischen Universität und Schule[1]).]

Von **K. Metzner** in Berlin.

Seit dem Jahre 1920 — dem Jahre, in dem das erste Reichsschulparlament: die Reichsschulkonferenz[2]), tagte — sind die Erziehungs- und Schulprobleme dauernd in weiten Schichten des deutschen Volkes, weit über die bisher mit der Schule unmittelbar verbundenen und in Beziehung stehenden Interessentenkreise Gegenstand umfangreicher Erörterungen geblieben, und sind in einer Reihe von Ländern einer Lösung zugeführt worden. Preußen, das größte der im Deutschen Reich vereinigten Länder, hat seine Schulreform, soweit sie die höhere Schule betrifft, nunmehr abgeschlossen. Ich werde mich bei meinen Ausführungen im wesentlichen auf die preußische Reform beziehen; die Hauptgesichtspunkte, die sie auszeichnen, kehren mehrfach in den noch im Fluß befindlichen ähnlichen Unterrichtsreformen anderer Länder wieder, und ich werde mich bewußt einseitig auf den Standpunkt des Lehrers der höheren Schule stellen, um die Problematik sichtbar herauszuarbeiten.

Nachdem am 4. April 1925 das preußische Staatsministerium den „Richtlinien für die Lehrpläne an den höheren Schulen Preußens“[3]) seine Zustimmung erteilt hat, sind diese von Ostern 1925[4]) an für die unterrichtliche Arbeit aller höheren Schulen Preußens maßgebend. Für die besetzten Gebiete sind sie durch Erlaß vom 17. März 1926[5]) eingeführt worden. Im Juni 1926 erschien die neue „Reifeprüfungsordnung“[6]), die zum ersten Male für die Prüfungen Ostern 1927 in Geltung gesetzt wurde; am 11. August 1927 endlich kamen die neuen „Versetzungsbestimmungen“[7]) heraus, die zum ersten Male Ostern 1928 Anwendung finden werden.

---

[1]) Nach einem Vortrage, gehalten auf dem 4. Deutschen Mathematikertage in Bad Kissingen am 18. bis 24. September 1927 in der Sektionssitzung des Reichsverbandes Deutscher Mathematischer Gesellschaften und Vereine (unter Hinzufügung von besonderen Ausführungen an mehreren Stellen).

[2]) Die Reichsschulkonferenz 1920, ihre Vorgeschichte und Vorbereitung und ihre Verhandlungen. Amtlicher Bericht, erstattet vom Reichsministerium des Innern. Leipzig 1921, Quelle und Meyer. Die deutsche Schulreform. Ein Handbuch für die Reichsschulkonferenz, herausgegeben vom Zentralinstitut für Erziehung und Unterricht. Leipzig 1921, Quelle und Meyer. Die Reichsschulkonferenz in ihren Ergebnissen, herausgegeben vom Zentralinstitut für Erziehung und Unterricht. Leipzig 1921, Quelle und Meyer.

[3]) Richtlinien für die Lehrpläne der höheren Schulen Preußens. Mit Anmerkungen und Literaturnachweisen, herausgegeben von Hans Richert. Berlin 1927, Weidmannsche Buchhandlung; 6. und 7. Auflage. Ich beziehe mich in den Seitenangaben immer auf diese neueste Auflage, unter der Bezeichung R. R.

[4]) R. R. S. 81. U II 800. [5]) R. R. S. 540. U II 500.

[6]) Ordnung der Reifeprüfung an den höheren Schulen Preußens vom 22. Juli 1926. U II 100 II 1 U I; abgedruckt in: Versetzungs- und Prüfungsbestimmungen für die öffentlichen höheren Lehranstalten in Preußen, amtliche Bestimmungen, zusammengestellt und erläutert von K. Metzner und K. Thiele, Teil III. Berlin 1926, Weidmannsche Buchhandlung. Heft 41c der Weidmannschen Taschenausgaben von Verfügungen der Preußischen Unterrichtsverwaltung.

[7]) Bestimmungen über die Versetzung der Schüler und Schülerinnen an den höheren Schulen Preußens, vom 11. August 1927, U II 888 1. U III D. Zentralblatt für die gesamte Unterrichtsverwaltung in Preußen, herausgegeben vom Ministerium für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung; Jahrgang 69, Heft 17 vom 5. September 1927, S 259, Nr. 375. Berlin, Weidmann.

Damit ist „die unterrichtliche Arbeit aller höheren Schulen, der Knaben- und Mädchenschulen, nach einheitlichen Gesichtspunkten geordnet, und zwar im Sinne der deutschen Einheitsschule, also in stetem Hinblick sowohl auf die Volksschule wie auf die Hochschule, entsprechend der eigentümlich veränderten Stellung der höheren Schule im Bildungsganzen des deutschen Unterrichtswesens und unter Berücksichtigung der ihr neu gestellten Aufgaben, insbesondere der fachlichen Ausbildung der Volksschullehrer“ [1]).

Aus der vom preußischen Ministerium für Wissenschaft usw. herausgegebenen „Denkschrift zur Neuordnung des preußischen höheren Schulwesens“ [2]) ist ersichtlich, daß sie durchaus an die frühere Unterrichtsreform von 1810 anknüpft, die pädagogische Arbeit des Vierteljahrhunderts seit den Lehrplänen von 1901 berücksichtigt und der geschichtlichen Krisis der Gegenwart, einer Krisis, die weit über die Grenzen unseres Vaterlandes hinaus fast alle Kulturländer erfaßt hat, und der gegenwärtigen Kulturlage Rechnung zu tragen versucht.

Dementsprechend treten an die Schule als Gemeinschaftsform Erziehungsforderungen [3]) heran, die zu einer Neuordnung und Umformung des Unterrichts und der Lebensform der Schule zwingen und bis in den Unterrichtsbetrieb der Einzelstunde richtunggebend sein müssen: der Arbeitsunterricht als Prinzip für die Gesamtarbeit der Schule, die Forderung der staatsbürgerlichen Erziehung und die Einordnung der höheren Schule in die Einheitsschule, in die Gesamtheit des deutschen Bildungslebens.

Zur Durchführung der Neuordnung bedurfte und bedarf es einer tiefgreifenden Umstellung der Unterrichtsarbeit der Lehrer in stofflicher, methodischer und pädagogischer Beziehung, die sich weit erhebt über das bei früheren Unterrichtsreformen geforderte Maß von Einarbeit. Die Neuordnung von 1925/27 läßt sich nur vergleichen mit der kurz nach den Befreiungskriegen einsetzenden Reformarbeit, die an den Namen Wilhelm von Humboldt anknüpft. Damals wurde der Lehrerstand — als besonderer Stand — geschaffen, die Reifeprüfung eingeführt, neue Lehrpläne verheißen. Das Wesentliche war damals die Übernahme eines großen Teiles der Lehrarbeit der Universitäten auf die höheren Schulen. Also eine Universitätsreform allergrößten Stils: die Abschaffung der artistischen Fakultät an den Universitäten einerseits, die Einführung eines besonderen Examens für den neugeschaffenen Lehrerstand an diesen Schulen als Abschluß der Universitätsstudien vor einer besonderen Prüfungskommission [4]), die nur aus Schulmännern, nicht aus Universitätsprofessoren bestand, andererseits.

Die Reformbewegung von 1810 hat sich indessen genau in umgekehrter Reihenfolge mit den einzelnen Problemen befaßt und sich vollzogen wie die von 1925. Damals wurde zunächst die Universitätsreform in Angriff genommen. Das Gründungsjahr der Universität Berlin 1810 ist zugleich das Geburtsjahr des Philologenstandes — der erste Prüfling in Berlin war bekanntlich der Turnvater Jahn —; dann wurde 1812 das Abiturientenexamen eingeführt als Zulassungsprüfung zum ordentlichen Studium an der Universität, 1816 teilte Süvern den Regierungen den ersten allgemeinen Lehrplan [5]) mit, der nach langer Beratung in der wissenschaftlichen Deputation abgefaßt worden war. Irgendwie verbindlich ist dieser Lehrplan für die höheren Schulen nie geworden. — Der erste Normallehrplan, der als allgemeiner Maßstab gelten sollte und sich auch durchsetzte, geht auf Johannes Schulze zurück und erschien erst 1827 [6]).

Das letztere wurde damals von ausschlaggebender Bedeutung. Die beiden Namen Süvern und Johannes Schulze sind für die unterrichtliche, ja schulpolitische Wertung

[1]) R. R, Vorwort S. 3. [2]) R. R., S. 17 bis 77. [3]) R. R., S. 25.

[4]) W. Lorey, Das Studium der Mathematik an den deutschen Universitäten seit Anfang des 19. Jahrhunderts. Abhandlungen über den mathematischen Unterricht in Deutschland, veranlaßt durch die internationale mathematische Unterrichtskommission, Band III, Heft 9. Leipzig und Berlin 1916, B. G. Teubner. S. 25.

[5]) Friedrich Aly, Geschichte des preußischen höheren Schulwesens. Marburg 1911; S. 36 (Stundentafel).

[6]) F. Aly, a. a. O. S. 48 (Stundentafel).

der Mathematik und Naturwissenschaften im Unterrichtsganzen des höheren Schulwesens von jener Zeit an bis heute eindeutig programmatisch. Das Stundenausmaß, das Johannes Schulze der Mathematik am Gymnasium zubilligte, ist ihm im allgemeinen bis heute geblieben. Süvern dagegen hatte als mathematischen Lehrstoff für die beiden obersten Stufen des Gymnasiums, die zweijährige Sekunda und die dreijährige Prima, bei nicht weniger als 6 wöchentlichen Unterrichtsstunden als Lehrpensum folgendes in Aussicht genommen[1]: „Im zweijährigen Kursus der II (Sekunda) sind die Theorie der Gleichungen und ihre numerische Lösung durch Näherung, die Anfangsgründe der Lehre von den Reihen und Entwicklung einiger derselben nach der Methode der unbestimmten Koeffizienten, die Elemente der Kombinationslehre, die Ableitung der Potenzierung und der Multiplikation der Reihen aus dieser Lehre, in den drei Jahren der I (Prima) die Auflösung der Gleichungen dritten und vierten Grades, die Anfangsgründe der unbestimmten Analytik, ferner die arithmetischen Reihen, die Deduktion der Taylorschen Reihe und die Reihenentwicklung nach derselben, endlich Wahrscheinlichkeitsrechnung zu bewältigen. In der Geometrie kam für II (Sekunda) die sphärische Trigenometrie, die analytische Geometrie mit algebraischen Zahlen (?) bis zu den Kegelschnitten einschließlich, für die I (Prima) die angewandte Mathematik, namentlich die mechanischen Wissenschaften, hinzu.“ Klein beurteilt in seiner Abhandlung „100 Jahre mathematischer Unterricht“ diesen Lehrplan[2]) so: „Das ist stofflich viel mehr als heute irgend jemand für die Realgymnasien oder Oberrealschulen . . . zu verlangen wagt, von den humanistischen Gymnasien ganz zu schweigen.“ In dem Lehrplan von Süvern erscheint die reine und die angewandte Mathematik in einer großen Auffassung miteinander verschmolzen. „Es weht aus diesen Bestimmungen“, so sagt Klein, „etwas von der jugendlichen Begeisterung jener großen Zeit der politischen Wiedergeburt unseres Vaterlandes, wo alles in den Dienst der Allgemeinheit gestellt wird und niemand ablehnen darf, in deren Interesse die weitgehendsten Anstrengungen auf sich zu nehmen.“ Ich komme auf diesen Lehrplan noch in anderem Zusammenhange zurück.

Jedenfalls aber erhellt aus dem Vorstehenden deutlich, daß die große Reformbewegung vor 120 Jahren zunächst stecken geblieben ist bei den Lehrplänen für die Gymnasien. Das ist verständlich, da völlig umgrenzte Klassen, Jahrgänge und klassenmäßiger Aufstieg von einer zur anderen Klasse bis etwa 1821 fast gänzlich fehlten.

Die heutige Reformbewegung, die naturgemäß auch wie damals die Hochschulen in ihren Belangen berührt, ist jetzt so weit abgeschlossen, daß nun zwangsläufig die Frage Antwort erheischt: Wie sollen in Zukunft die Lehrer vorgebildet werden, die den veränderten Zielen der höheren Schulen dienen, die die durch diese höheren Schulen laufende Jugend so erziehen sollen, „daß die methodische Arbeit auf jedem Sondergebiete zugleich eine wissenschaftliche Leistungsfähigkeit erreicht, die dem Schüler den Zutritt zu allen Hochschulen und höheren Berufen möglich macht“[3]). In dieser Zielsetzung ist ausgesprochen, daß keine der höheren Schulen eine Vorschule für besondere Berufe oder Studienfächer ist.

Damit ist die Basis gegeben, von der aus die Hochschulen die neue Situtation werden beurteilen können. Für die Mathematik und die Physik wird es sich nicht um umfangreiche Neueinstellung der Universitätslehrer handeln oder um radikale Neuschaffung von Vorkehrungen, wie sie andere Fakultäten einzurichten zu beabsichtigen scheinen.

Verhandlungen in dieser Richtung haben bereits mehrfach stattgefunden, über die ich berichten kann, da mir durch Zufall eine Abhandlung von Fr. Schulz — Frank-

[1]) Felix Klein, Abhandlung: Hundert Jahre mathematischer Unterricht an den höheren Schulen Preußens, S. 65 ff.; abgedruckt in F. Klein und E. Riecke, Neue Beiträge zur Frage des mathematischen und physikalischen Unterrichts an den höheren Schulen. Leipzig 1904, B. G. Teubner.

[2]) Klein hat den Lehrplan entnommen der Zusammenstellung von Max Nath, Lehrpläne und Prüfungsordnungen im höheren Schulwesen Preußens seit Einführung des Abiturientenexamens. Berlin 1900, Pormetter.

[3]) R. R., S. 39.

furt a. M. —, einem Germanisten, zu Gesicht gekommen ist, in der von diesen Verhandlungen ausgegangen wird. Dieser Abhandlung[1]) entnehme ich folgende Sätze: Im Juli vorigen Jahres fand im preußischen Ministerium für Wissenschaft usw. in Berlin eine Aussprache statt über hochschulpädagogische Fragen, betreffend die in den philosophischen Fakultäten zusammengeschlossenen Geisteswissenschaften. Die Versammlung bestand aus je mehreren Hochschullehrern der einzelnen wissenschaftlichen Disziplinen und aus Vertretern der höheren Schule, Vorsitzenden und Mitgliedern der preußischen Provinzialschulkollegien. Die Beratung nahm ihren Ausgang von der Erkenntnis, daß die Vorbildung der Lehrer an höheren Schulen auf den Universitäten an gewissen Mängeln leide, die abgestellt werden müßten, daß manches sich ändern müßte, sei es im Hochschulunterricht selber, sei es bei den Prüfungen, um die höheren Lehrer für die ihnen bevorstehenden Aufgaben besser auszurüsten. Wenn auch nicht zu verkennen war, daß Universität und höhere Schule bezüglich der Beurteilung der schwebenden Fragen nicht ganz übereinstimmten, wenn die Universität besser vorgebildete Studenten, die höhere Schule besser vorgebildete Lehrer wünschte, und so die Auseinandersetzung eine Schraube ohne Ende zu werden drohte, so herrschte doch Übereinstimmung in der Anerkennung der Tatsachen, und zwar sehr betrübender Tatsachen, nämlich der, daß die Mehrzahl der jungen Leute auf die Hochschule kommt in einem Zustand ihrer geistigen Ausbildung, der es ihnen verwehrt, von der gegenwärtigen Universität (wie Spranger es ausdrückte) eine sinngemäße Anwendung zu machen.

Diese Tatsache einmal zugegeben, entsteht für beide Teile die Notwendigkeit, sich mehr als bisher aufeinander einzurichten. Das Wie im einzelnen war Gegenstand der Besprechungen und wird Gegenstand weiterer Beratungen im Rahmen der Vertreter der verschiedenen Fächer an Universität und Schule sein. —

Schulz geht dann dazu über, einige Schäden besonders aufzuführen. Als markantesten Schaden stellt er fest „die allgemein zugegebene Unfähigkeit der Studenten, im mündlichen und schriftlichen Ausdruck (Ausnahmen verstehen sich von selbst); so die Unfähigkeit, etwa nur den Inhalt einer Dichtung oder eines Prosastückes in einem sachgemäßen, zweckentsprechenden und richtigen Deutsch wiederzugeben". Damit erhebt sich für ihn die Frage: Welches sind die Ursachen dieses Verfalles? Er antwortet darauf. „Fern liegt es mir, diesen Rückgang in der Beherrschung des deutschen Ausdrucks und Stils vornehmlich der Schule zur Last zu legen. Natürlich ebensowenig der Universität. Die Ursachen scheinen zum größten Teile allgemeinkulturpsychologischer Art zu sein. Soviel scheint festzustehen, daß dieser Rückgang des Deutschkönnens im wesentlichen erst in der Kriegszeit und Nachkriegszeit eingetreten ist, und als eine Folgeerscheinung dieser Zeit angesehen werden muß, als eine Folgeerscheinung, für die die Wertzerstörungen und Umschichtungen politischer, geistiger, materieller und kultureller Art, die wir in Deutschland erlebt haben, mitverantwortlich gemacht werden müssen. Da ist die soziale Umschichtung und alles, was mit ihr im Zusammenhange steht, d. h. der materielle und damit Hand in Hand gehende gesellschaftliche und intellektuelle Niedergang der Stände, die bisher in Deutschland Träger des nationalen Bildungsgutes gewesen sind, zu dem auch die Sprachpflege gehört. Da den höheren und mittleren Ständen, den Intellektuellen, größtenteils die Möglichkeit und die Lust, die Zeit und die Ruhe genommen sind, das Elternhaus durch Pflege und Beförderung der Lektüre, durch Bücherkauf und Bücherschenken als Kraftquellen für die Erhaltung der sprachlichen Güter wirken zu lassen, fällt die Grundlage, auf der sich die sprachliche Erziehung in der Schule aufzubauen hat, zu einem guten Teile fort. Die an die Stelle dieser Schichten getretenen Elemente haben nicht das überlieferte und geschichtlich bedingte Verhältnis zu den sprachlich nationalen Bildungsgütern, um den Ausfall ersetzen zu können, der durch die wirt-

[1]) Die Ausdrucksfähigkeit in der Muttersprache; Deutsche Bildung. Mitteilung der Gesellschaft für deutsche Bildung (Deutscher Germanistenbund) E. V. 8. Jahrgang, Nr. 2, S. 1 bis 8.

schaftliche und geistige Herabminderung der bisher führend gewesenen Schichten entstanden ist."

Weitere Ausführungen dem Aufsatz zu entnehmen, will ich mir versagen. Es kommt mir nur darauf an festzustellen, daß eine Notlage vorliegt, der begegnet werden muß. Freilich ist der Zeitpunkt, der jetzige Augenblick, gerade am allerwenigsten geeignet, ein wertbeständiges Urteil über Leistung, Leistungsfähigkeit und Leistungswillen der augenblicklich studierenden Jugend abzugeben und zur Richtschnur für künftige Maßnahmen zu machen. Gerade jetzt scheint mir für die studentische Jugend, die am Abschluß ihrer Studien steht, der es an zuchtvoller, geordneter und sorgsam geleiteter Erziehung gebrach, der Tiefpunkt erreicht zu sein. Rechnen wir zurück: vier Jahre Studium + neun Jahre Vorbildung auf der höheren Schule, dann kommen wir auf die Sextaner des Jahres 1914. —

Ähnlich sind die Urteile der klassischen Philologen, die im Juni d. Js. als erste Sonderfakultät der Geisteswissenschaften im Ministerium gleichfalls zu denselben hochschulpädagogischen Fragen gehört wurden. Auch sie unterbreiteten dem Ministerium ein umfangreiches Programm von Wünschen zur Abhilfe von Mißständen, die zu bekämpfen seien; allerdings wurde vorwiegend nur die eine Diskontinuität von Schule und Universität in den Vordergrund gestellt, ähnlich wie Schulz sie skizziert hat. Das Ministerium dürfte, wie ich annehme, nach den Geisteswissenschaften Vertreter der Mathematik und Naturwissenschaft hören, um dann nach Erwägung aller vorgetragenen Wünsche seinerseits das Erforderliche in die Wege zu leiten.

Inzwischen werden die Grundgedanken der Neuordnung des höheren Schulwesens sich auswirken, und man darf schon jetzt dem optimistischen Gedanken Ausdruck geben, daß mit der Zeit sich die Basis für eine lichtvollere Beurteilung des Studentennachwuchses verbreitern wird. Das eine ist bereits schon jetzt anzumerken, daß der zunächst bedrohliche Widerstand, dem die Richtlinien in weiten Kreisen der Lehrer, der Hochschule, der Elternschaft und sonstiger Sachwalter des pädagogischen Gewissens begegnet sind, stark im Schwinden begriffen ist, daß nach dem ersten Erschrecken über die Fülle der neu der Lehrerschaft übertragenen Aufgaben und Pflichten, jetzt eine ruhige, eindringliche und zielbewußte Einstellung der Schularbeit im Sinne der Richtlinien allerorten eingesetzt hat, die Gutes für die Zukunft erhoffen läßt.

Auch die neue Reifeprüfungsordnung, von der man nach dem ersten Eindruck mancherorts einen bedenklichen Einfluß auf die Höhe der Leistungen prophezeit hatte, ist, wie man bereits nach der Erfahrung mit der ersten Reifeprüfung aussprechen darf, obwohl sie völlig ohne den Polizeigeist der bisherigen Prüfungsordnungen abgefaßt ist, verständig von den beteiligten Lehrerkollegien interpretiert und gehandhabt worden; ja es sind bereits Urteile von Universitätsprofessoren über einige „Jahresarbeiten", deren Wert vielfach noch umstritten ist, gefällt worden, die beweisen, daß die Unterrichtsverwaltung durchaus jugendpsychologisch richtig gehandelt hat, wenn sie ausgesprochenen Sonderbegabungen jetzt die Möglichkeit gegeben hat, im Rahmen der neuen Reifeprüfungsordnung gebührend anerkannt und gewertet zu werden. Im übrigen werden nur sparsam „Jahresarbeiten" in die Erscheinung treten. Die Zahl der abgelieferten „Jahresarbeiten" ist nichts weniger als ein brauchbarer Maßstab etwa für die besondere Güte der Schule.

Innerhalb des Lehrplanes haben die Mathematik wie die Naturwissenschaft im allgemeinen ihren Besitzstand gewahrt, bis auf das Realgymnasium in seinen drei Formen. Diese Anstaltsart ist aber eine ganz neue Erscheinung; das alte Realgymnasium mit seiner dreifachen Bildungsrichtung: nach der Antike, nach den neuen Sprachen und nach der mathematisch-naturwissenschaftlichen Seite, hat zu existieren aufgehört und ist als neusprachliches Gymnasium neu erstanden, aber immer noch mit einer Berücksichtigung der Mathematik und Naturwissenschaft, die über das Stundenausmaß dieser Fächer am humanistischen Gymnasium hinausgeht. Ich weiß, daß sich weite Kreise der Anhänger des alten Realgymnasiums mit dieser neuen

Lösung nur ungern abfinden, aber ein Jahrhundert schulpolitischer Entwicklung läßt sich nicht ungeschehen machen, und ich weiß nicht, ob der Gedanke: den Zustand vor 1901 wieder herzustellen, eine beachtenswerte Anzahl von Verteidigern finden wird. Die von allen Schulmännern wie Schulpolitikern, auch von Professoren wie KLEIN 1901 mit Genugtuung begrüßte Anerkennung der Gleichberechtigung aller höheren Lehranstalten wird doch wohl niemand aufgeben wollen — auch kein Mathematiker und Naturwissenschaftler — angesichts der Tatsache, daß dann das humanistische Gymnasium wie früher so heute mit dem geringsten Ausmaß an mathematischem und naturwissenschaftlichem Unterricht ganz sicher nicht mehr die Anstaltsart bleiben könnte, die die Berechtigung zum Studium aller Berufe gewährt. Die logische Konsequenz der Aufhebung der Gleichberechtigung würde m. E., wie das in Österreich bereits Übung war und ist, die sein: das mathematisch-naturwissenschaftliche Studium und sämtliche Studien an den Technischen Hochschulen sind dem Gymnasialabiturienten zu verschließen. Aus dieser Perspektive heraus wird es immer schwierig sein, Sonderforderungen um Verstärkung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichtes für andere Anstaltsarten zu erreichen. Dazu kommt noch, daß die Neuordnung in der Oberrealschule die Anstaltsart sieht, in der Mathematik und Naturwissenschaft Hauptträger des Erziehungsgedankens und richtunggebend für die gesamte Unterrichtsarbeit sind und bleiben sollen.

Wenn ich schließlich noch hinzufüge, daß es in Preußen keine Schulklasse einer höheren Schule — die Mädchenschulen eingeschlossen — gibt, in der nicht allgemein verbindlich Mathematik (in Sexta und Quinta Rechnen) Unterrichtsgegenstand ist, wenn ich außerdem hinzufüge, daß jede höhere Schule in der Reifeprüfung sowohl in der schriftlichen wie in der mündlichen Prüfung allgemein verbindlich mathematische Leistungen fordert, so darf man doch wohl sagen, es ist kein Grund vorhanden zu Befürchtungen für die Zukunft.

Ähnlich ist es mit den Naturwissenschaften, wenn man genau die Klassenaufgaben und die Reifeprüfungsordnung hinsichtlich dieser Fächer durchmustert. Ebenso ist es endlich bezüglich der noch jüngst angefeindeten Aufbauschulen, die für die Mathematik wie für die Naturwissenschaften überhaupt kein neues Unterrichtsproblem darstellen. Der Unterricht dieser Fächer beginnt genau da, wo er an den grundständigen höheren Schulen, den neunklassigen, auch beginnt. Dafür, daß die Quarta mit ihren 2 Mathematikstunden fehlt, ist der Unterricht in den beiden untersten Aufbauklassen in umfangreicherem Ausmaße sowohl für die Mathematik wie für die Naturwissenschaften angesetzt. Daß also das Lehrziel für diese Fächer bei diesen Schulformen erreicht wird, steht außer allem Zweifel.

Soviel zur Orientierung über die allgemeine Unterrichtslage, die die „Neuordnung“ als maßgebend geschaffen hat.

Wenn ich es nun unternehme, die Berührungspunkte des Inhaltes und der Auswirkungen der Neuordnung des Unterrichts an den höheren Schulen mit dem Lehrgebiete der Hochschulen herauszustellen, so muß ich notgedrungen auf einiges Wesentliche aus den mathematischen und physikalischen Lehrplänen der Richtlinien eingehen.

Ich will das nicht tun an der Hand der Richtlinien selbst, sondern in Form einer Rückschau, und ich werde mich leiten lassen von den in schriftlicher Form vorliegenden Ausführungen zweier Männer, die das einschlägige Material der bisher geltenden Stoffpläne für die höheren Schulen im Rahmen der einzelnen Zeitabschnitte des letzten Jahrhunderts immer im Zusammenhang mit ihrer Einwirkung auf die Hochschulen und den Rückstrahlungen von den Hochschulen her auf die höhere Schule behandelt haben; jedesmal nur mit einigen, wie ich hoffe, markanten Strichen. Ich beziehe mich neben anderen[1]) hauptsächlich auf KLEINS Vorträge „über eine zeit-

[1]) Ich möchte besonders empfehlend hinweisen auf die IMUK-Abhandlung von W. LOREY in bezug auf diesen Gegenstand: das Studium der Mathematik an den deutschen Universitäten seit Anfang des 19. Jahrhunderts.

gemäße Umgestaltung des mathematischen Unterrichtes an den höheren Schulen[1])", auf seine Abhandlung[2]): „Hundert Jahre mathematischer Unterricht an den höheren Schulen" und auf Max Simons Kapitel „Allgemeine Methodik des mathematischen Unterrichts" in seiner bekannten Didaktik[3]).

Klein stellt als Ausgangsgedanken folgendes fest[4]): Es ist kein Zweifel, daß für den Betrieb der Mathematik in mancher Hinsicht eigenartige Bedingungen vorliegen, aber es überwiegt doch bei näherer Betrachtung und Vergleichung mit den anderen Fächern zum Teil in überraschender Weise das Gemeinsame. Insbesondere gilt für die Mathematik wie für die altsprachlichen Disziplinen, daß Inhalt, Ziel und Methode des Unterrichts in hohem Maße von der historischen Tradition beherrscht werden, weiterhin aber doch unter dem allgemeinen Einfluß der Strömungen der Zeit eine fortgesetzte und schließlich weitgehende Umbildung erleiden. Er fährt dann fort: Grundlegend für den Betrieb der Mathematik an den höheren Schulen ist auch heute noch die Entwicklung, welche der mathematische Unterricht des 18. Jahrhunderts genommen hat. Man hat damals an der Euklidischen Elementargeometrie festgehalten, im übrigen aber eine Reihe von Disziplinen, die erst im 16. und 17. Jahrhundert zur wissenschaftlichen Entwicklung gekommen waren, in den Unterricht aufgenommen; ich nenne nur die Buchstabenrechnung, die Lehre von den Logarithmen und überhaupt den Dezimalzahlen, die Anfänge der analytischen Geometrie. Auch die Elemente der Differential- und Integralrechnung, so neu sie damals waren, wurden vielfach gelehrt. Freilich geschah dies alles nicht an den Gymnasien, sondern an den Universitäten und Ritterakademien. Dabei war der Zielpunkt den allgemeinen Tendenzen des 18. Jahrhunderts entsprechend zugleich ein wesentlich praktischer: Vermessungswesen, niedere Mechanik und diejenigen Teile der deskriptiven Geometrie, die man unter dem Namen der Fortifikation zusammenfaßte, spielten eine große Rolle . . . . Daneben kommt dann noch eine andere Tendenz zur Geltung: Ein gewisses Maß mathematischer Studien schien unerläßlich als Vorbedingung philosophischer Erkenntnis und damit der höheren Bildung überhaupt. In dieser Richtung wirken zunächst die Schüler von Leibniz, weiterhin die mächtige von Kant ausgehende Anregung.

Auf dieser Grundlage baut sich die preußische Reform von 1810 auf. Den von Süvern 1816 entworfenen Lehrplan für die Sekunden und Primen der Gymnasien habe ich bereits angegeben[5]). Dieser Plan ist auf den höheren Schulen nicht durchgeführt worden, nicht bloß deshalb, weil er den Lehrumfang der gesamten bisherigen Artistenfakultät übernahm und der Universität dieses ganze Gebiet entfremden wollte, sondern doch wohl hauptsächlich deswegen, weil er Lehraufgaben enthielt, die, rein wissenschaftlich gesehen, noch nicht so ausgereift waren, daß sie sich als allgemeinverbindliches Lehrgut für die Schule durchsetzen konnten. Die endgültige Begründung der Differential- und Integralrechnung auf den Grenzbegriff, Cauchys große Tat, kann vom Jahre 1821, wo Cauchys cours d'analyse zum ersten Male erschien, datiert werden[6]). Es leuchtet doch wohl ein, daß keine Rede davon sein kann, 1816 unterrichtlich Dinge zu verwerten, die erst im Entstehen waren. Dazu kommt, es fehlten ganz sicher in den ersten zwei Dezennien des 19. Jahrhunderts noch die Lehrer; Lehrbücher der Mathematik für die Schüler gab es damals ebensowenig, wie ein festes Jahresklassensystem. In den ersten Lehramtsprüfungen mußten die Kandidaten ausreichende Kenntnisse in allen Fächern nachweisen, erst von 1831 ab wurde es den Philologen freigestellt, sich neben den sprachlichen und historischen Studien insbesondere der Mathematik und Naturwissenschaft zu widmen.

---

[1]) Abgedruckt in: Neue Beiträge zur Frage des mathematischen und physikalischen Unterrichts an den höheren Schulen, Heft 1, erster Teil, S. 1 bis 30.

[2]) F. Klein, Neue Beiträge usw.; S. 63 bis 77.

[3]) M. Simon, Didaktik und Methodik des Rechnens und der Mathematik. 2. Aufl. S. 20 bis 56. München 1908, C. H. Beck.

[4]) Klein, a. a. O., S. 63. [5]) Vgl. oben S. 4. [6]) Klein, a. a. O., S. 10.

JOHANNES SCHULZE, der Nachfolger SÜVERNS im Ministerium, den ich auch bereits nannte, reduzierte die Stundenzahl und noch mehr die Lehrstoffe. Die analytische Geometrie, die gesamte angewandte Mathematik wurde gestrichen, in den Mittelpunkt des Unterrichtes rückte in der Analysis nur alles das, was zum praktischen Gebrauch der Logarithmentafeln (mit mindestens 6 Stellen) sich als notwendig erweist. Praktische Anwendungen wurden vernachlässigt, dafür aber sollte besonderer Nachdruck auf eine klare Einsicht in den Zusammenhang sämtlicher Sätze des systematisch geordneten Vortrags gelegt werden[1]). Das Prinzip der formalen Bildung stand also im Vordergrunde. Die Übung im numerischen Rechnen mit Logarithmen ist die einzige Anomalie gegenüber diesem Prinzip. Und das blieb bis etwa 1870 in ungeänderter Geltung.

KLEIN, der im Sinne des eben gekennzeichneten Unterrichtsbetriebes unterrichtet wurde, rühmt dem Unterricht seiner Jugendzeit, obwohl er ihn nicht billigt, doch das eine nach: „Trotz des völlig abstrakten Charakters dieses Unterrichts haben wir alle", so sagt er, „bei der Anstrengung, die uns auferlegt wurde, und unter dem Eindruck der unbedingten Pflichterfüllung, die uns von seiten der Lehrer entgegentrat, eine große Sache damals gelernt, nämlich arbeiten."

Für die Entwicklung des mathematischen Unterrichtsbetriebes ist die Zeit bis 1870, wie KLEIN feststellt, eine Periode der wissenschaftlichen Sammlung und Vertiefung gewesen. Die Anregung kommt von den Universitäten, an denen in jener Zeit das mathematische Fachstudium einen früher ungeahnten Aufschwung nahm. Es begann als selbstverständlich zu gelten, daß der Lehramtskandidat der Mathematik an der Universität weit über die Bedürfnisse der Schule hinaus und unabhängig davon möglichst bis zu den neuesten Fortschritten der vordringenden Wissenschaft gefördert werden sollte. Die neue Prüfungsordnung von 1866 verlangt in dieser Hinsicht (über die Bestimmungen von 1831 weit hinausgehend) vom Kandidaten: „Daß er in die höhere Geometrie, die höhere Analytik und die analytische Mechanik so weit eingedrungen sei, um auf diesen Gebieten eigene Untersuchungen mit Erfolg anstellen zu können".

Die damaligen Gymnasiallehrer wurden also von der Universität mit dem bestmöglichen wissenschaftlichen Rüstzeug ausgestattet. Es ist dieselbe Zeit, in der eine Reihe hervorragender Forscher aus dem Gymnasiallehrerstand hervorging, wie GRASSMANN, KUMMER, PLÜCKER, STEINER, WEIERSTRASS[2]) u. a.

In dieselbe Periode gehört auch der einzig dastehende Gelehrte und Schulmann, der einzige, der eine ganze Schule von tüchtigen Schulmathematikern geschaffen hat: SCHELLBACH[3]).

SCHELLBACHS Tätigkeit, die sich keineswegs nur auf die abstrakte Seite der Mathematik beschränkt, sondern immer auch ihren Zusammenhang mit den Problemen der Astronomie und Physik, wie mit der Praxis überhaupt betonte, leitet zu der neuen Periode in der Entwicklung der Schulmathematik über. Das Geheimnis von SCHELLBACHS Wirksamkeit, sagt KLEIN[4]), lag im übrigen nicht nur in der Weite seines wissenschaftlichen Blickes, sondern ganz wesentlich in seiner hervorragenden pädagogischen Veranlagung, wie man ja wohl überhaupt zugestehen muß, daß ein erfolgreicher Mathematikunterricht an der Schule fast mehr Sache der Kunst als der Wissenschaft ist.

Diese Kunst pädagogischer Einstellung, wir würden in der heutigen Terminologie wohl sagen — die jugendpsychologisch betonte Einstellung zum Unterricht — diese Kunst und Wissenschaft zugleich, die Didaktik, wird zum Gegenstand wissenschaftlicher Betrachtungen. Zwei Gründe lassen sich für diese zwangsläufig einsetzende Entwicklung anführen. Der eine liegt auf wissenschaftlichem Gebiet, der andere auf dem neu hervortretenden Bildungsbedürfnis immer weiterer Volkskreise.

Daß diese Bewegung etwa um 1870 einsetzte, ist nicht bedingt durch die äußeren politischen Ereignisse und die daran anknüpfende innerpolitische Entwicklung. KLEIN

[1]) KLEIN, a. a. O., S. 67. [2]) KLEIN, a. a. O., S. 68; SIMON, S. 23. [3]) Siehe ebenda.
[4]) KLEIN, a. a. O., S. 68.

wird recht haben, wenn er sagt[1]), sollen wir die erste Periode bis 1870 durch ein Stichwort charakterisieren, so mögen wir sagen, daß sie in erster Linie auf Durchbildung der Einzelpersönlichkeit abziele. Im Gegensatz zu der nun folgenden Periode, während der umgekehrt die Bedürfnisse des Durchschnitts voranstehen, daher weniger der Lehrstoff als die Lehrmethode zur Entwicklung gelangt.

Auf wissenschaftlichem Gebiet, speziell was die Mathematik und Physik anlangt, hatte mit Gauss langsam anhebend in Deutschland Forschung und Lehre einen bemerkenswerten Aufschwung genommen. Bis dahin lag die Führung allein bei Frankreich. Zunächst geschah dieser Fortschritt mit kaum sichtlichem Erfolge. Den Aufstieg und die Vertiefung bezeichnen die Namen Dirichlet, Jacobi, Franz Neumann, Steiner, Kummer, Weierstrass, Kronecker und andere. Dem Lehrer der Schule wurde damit eine immer vertieftere wissenschaftliche Vorbildung mitgegeben. In denselben Bahnen bewegten sich Forschung und Lehre auch nach 1870 weiter auf dem Wege gesteigerter Spezialisierung. Die Beziehung zu den exakten Naturwissenschaften, die bis dahin als etwas Selbstverständliches galt, wird jetzt vielfach gelöst und die reine Mathematik in ihren höheren Teilen zum ausschließlichen Vorlesungsgegenstand. Indem die Studierenden der Mathematik durch die von hier aus an sie herantretenden Forderungen im höchsten Maße in Anspruch genommen werden, erhalten sie eine Vorbildung, die von der späteren Tätigkeit an der Schule fern abliegt, oder doch nur sehr indirekt als Vorbereitung darauf gelten kann. So war es unvermeidlich, daß die neue Wendung von einer fortschreitenden Entfremdung zwischen Schule und Universität begleitet war, die sich weiterhin bis zur gegenseitigen Nichtbeachtung steigert[2]). Die Lehrpläne blieben auch nach 1870 immer noch, und zwar bis 1890, gerichtet und eingestellt auf das formale Prinzip, mit bewußter Vernachlässigung der angewandten, realen Mathematik. Gegenströmungen stärkster Art mußten erst einsetzen, um die völlig abstrakte Orientierung des Schulunterrichts umzubiegen nach der praktischen Seite.

Die inzwischen eingetretene Erstarkung der naturwissenschaftlichen Interessen, namentlich der Physik, verlangte gebieterisch eine vertiefte unterrichtliche Behandlung auch auf den höheren Schulen, und die seit 1869 unaufhaltsam steigende Bedeutung der Technik für alle Lebenskreise konnte nicht mehr stillschweigend als nicht vorhanden für Erziehung und Belehrung der heranwachsenden Jugend angesehen werden.

Der neubegründete Verein zur Förderung des Unterrichtes in der Mathematik und den Naturwissenschaften stellte auf seiner ersten Jahresversammlung in Jena 1890 sogar den Grundsatz auf: die Mathematik dürfe auf den Schulen nichts mehr als eine Hilfswissenschaft der Physik sein. Indessen wurde bereits im nächsten Jahre diese radikale Einstellung gegen die reine Mathematik stark abgemindert, und es kam zu den maßvollen Braunschweiger Beschlüssen von 1891, die noch heute auch für die „Neuordnung" bedeutungsvoll geblieben sind. Deshalb gebe ich den Wortlaut[3]): „Die Schüler der höheren Lehranstalten sind im allgemeinen noch zu wenig imstande, das Mathematische in den sich ihnen im Leben darbietenden Erscheinungen zu erkennen, und zwar ist die Ursache davon vorzugsweise in dem Umstande zu suchen, daß die Anwendungen der mathematischen Theorien vielfach in künstlich gemachten Beispielen bestehen, anstatt sich auf die Verhältnisse zu beziehen, welche sich in der Wirklichkeit darbieten. Daher muß das System der Schulmathematik unbeschadet seiner vollen Selbständigkeit als Unterrichtsgegenstand im einzelnen mit Rücksicht auf die sich naturgemäß darbietende Verwendung (Physik, Chemie, Astro-

[1]) Klein a. a. O., S. 65.

[2]) Klein a. a. O., S. 70. Klein weist als äußeres Symptom mit Recht darauf hin, daß in diese Zeit das Erscheinen der ersten selbständigen Schulzeitschrift für mathematischen Unterricht (J. C. V. Hoffmann) fällt, jetzt: Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht aller Schulgattungen, herausgegeben von H. Schotten und W. Lietzmann unter Mitarbeit von W. Hillers, 58. Jahrgang, 1927. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner.

[3]) Klein, a. a. O., S. 73.

nomie usw., kaufmännisches Rechnen) aufgebaut werden. Die demgemäß heranzuziehenden Beispiele sollen die Schüler daran gewöhnen, in dem Sinn des Wahrnehmbaren nicht nur Qualitatives, sondern auch Quantitatives zu beachten in einem solchen Grade, daß ihnen eine solche Betrachtungsweise dauernd zum unwillkürlichen Bedürfnis wird."

Schärfer und noch kritischer waren die Äußerungen, die von seiten der Ingenieure[1]) kamen, die „völlig mit dem einseitigen, auch die Schulen beherrschenden Universitätsgeiste, der von der Wirklichkeit der Dinge ablenkt, prinzipiell gebrochen wissen wollten". Diesen Forderungen trug in etwa Universität und Unterrichtsverwaltung Rechnung durch Neueinführung der Lehrbefähigung für angewandte Mathematik und Einrichtung von Stätten zum Betriebe der angewandten Methematik: der darstellenden Geometrie, der Geodäsie usw.

Professoren der Universität und führende Männer der Schule haben dann sich in gemeinsamer Arbeit zusammengetan, und zunächst als Vorschlag, später als fest umrissenes Programm die „Meraner Lehrpläne"[2]) aufgestellt, die je länger je mehr sich als richtunggebend erwiesen für die Unterrichtsarbeit an den höheren Schulen. Die erweiterten[3]), auf Grund der Meraner Lehrpläne hergestellten und vom DAMNU veröffentlichten Lehrplanvorschläge bilden den Grundstock der in den Richtlinien niedergelegten Lehrpläne, die aufgestellt und formuliert sind unter Heranziehung von Professoren und Schulmännern, die bereits im Sinne des DAMNU eingestellt waren und verständnisvoll mitarbeiteten, in der Hauptsache von meinem Freunde und Mitarbeiter Hans Matthée, dem Direktor der Staatlichen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht.

Damit haben lehrplanmäßig von der preußischen Unterrichtsverwaltung alle berechtigten Wünsche erfüllt werden können, und die Tatsache, daß die Kritik über diesen Teil der Lehrpläne zum Stillstand gekommen ist, beweist, daß die Unterrichtsverwaltung zweck- und maßvoll gehandelt hat. Es ist weder in der Mathematik noch in der Physik Verstiegenes verlangt, noch die Höhenlage gegen früher nach der negativen Seite geändert worden. Die Formulierung der Lehrpläne für die Prima der Gymnasien wird das beweisen[4]).

Der Lehrplan für die Physik in der Prima eines Gymnasiums[5]) lautet so:

Eingehende Betrachtung eines abgerundeten Teilgebietes der Physik, das nicht notwendig mit einem Teilgebiet nach der hergebrachten Einteilung zusammenzufallen

[1]) Klein, ebenda.

[2]) Verhandlungen der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte, 77. Versammlung zu Meran, 24 bis 30. September 1905, Teil I, S. 142 bis 200. Leipzig 1906, Vogel. Auch abgedruckt in dem Gesamtbericht: Die Tätigkeit der Unterrichtskommission der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte, herausgegeben von A. Gutzmer; S. 91 bis 146. Leipzig 1908, B. G, Teubner. Endlich als Sonderausgabe erschienen: Reformvorschläge für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht. Leipzig 1905, B. G. Teubner.

[3]) Neue Lehrpläne für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht an den höheren Lehranstalten; nach den Meraner Lehrplänen vom Jahre 1905 neubearbeitet vom deutschen Ausschuß für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht. II. Folge, Heft 8 der Schriften des DAMNU. Leipzig und Berlin 1922, B. G. Teubner.

[4]) Ich bitte noch Folgendes zu beachten: Von sämtlichen Abiturienten unserer höheren Lehranstalten beziehen nur 50 v. H. eine Universität oder Hochschule nach meiner Schätzung.

Nimmt man an, daß 25 v. H. unserer Studenten sich auf alle übrigen Fakultäten, außer der philosophischen, verteilen, so kommen 25 v. H. der Studenten auf die gesamte philosophische Fakultät, die Religionslehrer, Germanisten, Historiker, Altsprachler, Neusprachler, Mathematiker und Naturwissenschaftler auszubilden hat; so greift man, meine ich, nicht fehl, wenn man annimmt, daß etwa 5 v. H. aller Abiturienten Mathematik und Naturwissenschaften studieren, jedenfalls nicht mehr als 10 v. H. der Gesamtheit.

90 v. H. aller Abiturienten erhalten also wohl nach dem Abgange von der Schule keinen nennenswerten Zuwachs an Kenntnissen in der Mathematik und den Naturwissenschaften. Daraus folgt, daß einigermaßen Abgerundetes lehrplanmäßig an den höheren Schulen geboten werden muß, daß also ein Ausblick auch auf das Ganze der Mathematik und Naturwissenschaft als Kulturfaktoren gegeben werden muß.

[5]) R. R., S. 445 ff.

braucht. Außer der Mechanik oder der Lehre vom Licht oder der Elektrizitätslehre können z. B. die Schwingungslehre oder die Gruppe von Erscheinungen behandelt werden, welche die atomistische Anschauung begründen und stützen. An der Hand eines solchen Beispiels soll das verständnisvolle Erfassen physikalischer Vorgänge erzielt werden. Zusammenfassender Überblick über das Gesamtgebiet der Physik unter dem Gesichtspunkt der Energieverwandlung. Elemente der Himmelsmechanik (Koppernikanisches Weltsystem mit den zugehörigen Gesetzen. Entfernung, Größe, physikalische Eigenschaften der Weltkörper). Das Weltbild der modernen Physik.

Ich füge sofort den Lehrplan für die Mathematik am Gymnasium[1]) an.

Arithmetik. Einführung in die Infinitesimalrechnung (Definition des Differentialquotienten, seine geometrische und physikalische Bedeutung) und ihre Anwendung auf die Behandlung rationaler und möglichst auch der trigonometrischen Funktionen, besonders zur Berechnung von Höchst- und Tiefstwerten, Wendepunkten, Wendetangenten u. dgl. Einfachste Berechnung von Flächen- und Rauminhalten mit Hilfe der Integralrechnung (z. B. Kugel, Paraboloid u. dgl.). Aufbau des Zahlenbereiches von der positiven ganzen bis zur komplexen Zahl. Einfache Abbildungen durch Funktionen komplexer Variabeln.

Geometrie. Überblick über die bisher behandelten Kurvenbilder und Einführung in die analytische Geometrie bis zur zusammenfassenden Behandlung der Kegelschnitte. — Ergänzungen aus der Stereometrie (Kugel). Gerade und Ebene im Raum. Ebene und Kegel. — Grundbegriffe der sphärischen Trigonometrie (Sinussatz und Seitenkosinussatz). Anwendungen auf die mathematische Erd- und Himmelskunde.

Geometrisches Zeichnen und Messen. Grundaufgabe über Punkt, Gerade, Ebene. Kegelschnitte. Projektion der Kugel. Einfache astronomische Beobachtungen mit Meß- und Rechenübungen.

Rückblick unter geschichtlichen und philosophischen Gesichtspunkten. —

Mit der Fortführung der Entwicklung der Lehrpläne bis zur Gegenwart habe ich den angekündigten Gedankengang unterbrochen. Das geschah mit Absicht, weil ich mir das Wesentlichste noch aufsparen wollte.

Ich führte aus, daß die Entwicklung der Mathematik als Wissenschaft zu immer weiterer Spezialisierung kam, daß diese Entwicklung der Wissenschaft dem künftigen Lehrer eine Vorbildung gibt, die von seiner späteren Tätigkeit fern abliegt, und ich hatte daran anknüpfend gesagt, daß die „Methode“ je länger je mehr Gegenstand wissenschaftlicher Betrachtung geworden sei. Das ist eine zwangsläufige Entwicklung, die allgemein einsetzt und sich keineswegs auf die Mathematik und Naturwissenschaften allein bezieht, die unaufhaltsam weitergeht, und der sich die Hochschulen nicht verschließen können, wenn anders an ihnen die künftigen Lehrer und Erzieher an den höheren Schulen vorgebildet werden sollen.

Der Grund für diese Entwicklung ist soziologischer Natur. Es gibt einen scharf markanten Gegensatz zur produktiven Arbeit als solcher[2]); dieser Gegensatz ist auf rein wirtschaftlichem Gebiete längst erkannt und anerkannt worden. In dem einfachsten Wirtschaftsgebilde, der Hauswirtschaft, steht neben der produzierenden Arbeit des Ernährers der Familie die verteilende oder distributive Arbeit der fürsorglichen Hausmutter. Den mit der Urproduktion und Bearbeitung der Rohmateralien beschäftigten Berufen des Landmannes, des Bergmannes, des Forstmannes, kurz, der Produktivarbeiter, die an einen bestimmten Platz gebunden sind, steht der Kaufmann,

[1]) R. R., S. 412 ff.

[2]) Ich schließe mich im folgenden eng an die Ausführungen an, die Karl Dunkmann macht in seinem Buche: Die Lehre vom Beruf, eine Einführung in die Geschichte und Soziologie des Berufs. Berlin 1922; besonders an das Kapitel: Die Differenzierung der Berufe, Abschnitt: Die qualitative Differenzierung der Arbeitsleistung, die Berufstypen, S. 218 bis 228.

der Typus des distributiven Berufsarbeiters, gegenüber. Dieselbe Differenzierung findet sich innerhalb aller Berufsstände, auch bei den Kulturberufen, je länger je mehr.

Die rein geistige Produktivarbeit erfordert denselben seßhaften und wurzelfesten Charakter, wie ihn die wirtschaftliche Produktivarbeit benötigt. Dem Forscher[1]) ersteht die Aufgabe, die ungemein schwierige Aufgabe, aus der Fülle sich aufdrängender Ideen diejenigen auszuwählen, die die wahrhaft produktiven sind. Dazu dient dann die Methode, deren Zweck es ist, bestimmte leitende Ideen an die Spitze des Ganzen zu stellen. Die damit nicht Übereinstimmenden werden alsdann ausgeschaltet, und die Zurückbleibenden werden zu „heuristischen Prinzipien", die nun in immerwährender Wiederholung das Tatsachenmaterial heranschaffen und ordnen.

Dem Forscher gegenüber treten nun diejenigen, die berufen sind, oder die sich berufen fühlen, das Gesamtbild der geistigen Weltansicht ihrer Mitwelt mitzuteilen[2]), je nach dem Grade, in dem sie es selbst erfaßt haben. Sie vermögen zwar selbst nicht produktiv daran mitzuarbeiten, aber sie haben doch die Pflicht, in sich selbst ein Ganzes zu erwerben und nicht nur Bruchstücke, die als tote Baumateralien regellos beieinander liegen. Erst dann können sie Erzieher und Bildner der Jugend werden, wie sie das Volk, der Staat braucht. Ist es nun freilich schon schwer, wenn nicht unmöglich für den schaffenden Gelehrten selbst, ein Gesamtbild zu erwerben, da ihn sein „Fach" bindet, wieviel schwerer muß es für den Mitteilenden sein, dahin zu gelangen? Und doch muß es einen Weg geben, weil sonst jede Kulturarbeit, die produktive wie die mitteilende, zur Zersplitterung führt, anstatt zur Sammlung und Vertiefung. Hier entsteht für beide Teile eine neue Arbeit, die der synthetischen Zusammenfassung. Der Lehrer und Erzieher also kann nicht die schöpferische Aufgabe des forschenden Gelehrten haben, aber er ist der Mann[3]), der seinen geistigen Besitz als erzieherischen Faktor mit kluger Methode zur Verteilung darreicht.

Wenn beide Aufgaben zugleich, die schöpferische und die verteilende, in einem Berufe vereinigt werden, so entsteht immer eine nicht geringe Schwierigkeit.

Der Hochschullehrer, der sowohl der Wissenschaft produktiv dienen wie gleichzeitig das allgemeine Wissen verbreiten helfen soll, befindet sich immer in einem schweren Konflikt, wenn er nicht von Haus aus ohne eigentliche produktive Begabung seines Amtes nur als Lehrer waltet. Die Universität leidet offenkundig an diesem Dualismus, den aber keine Organisation jemals aus der Welt schaffen wird.

Wie nun aber im modernen Wirtschaftsleben notwendig zwischen den Arbeitsfunktionen der Produktion und Verteilung, bzw. dem „Umlauf" ein ständiger Ausgleich da sein muß, damit weder zu viel produziert wird, noch zu viel sich in Umlauf befindet, wie also dort in Form des modernen Bankwesens usw. ein Regulator vorhanden ist, so ist auch auf kulturellem Gebiet ein solcher Ausgleich vonnöten, da irgendwie reguliert werden muß. Diese Aufgabe erwächst als eine der vornehmsten Aufgabenkreise der Unterrichtsverwaltung, die darüber zu wachen hat, daß[4]) die geistige Produktion mit der Verbreitung des Wissens wie mit der Steigerung der Volksbildung Hand in Hand arbeitet. Sie hat auf der einen Seite die schöpferischen Kräfte zu berufen, auf der anderen die Lehrer heranzubilden, die in lebendigem Zusammenhang mit jenen zugleich eine Brücke schlagen helfen zum „Volk" hinüber; die Unterrichtsverwaltung hat den Ausgleich zwischen diesen beiden voneinander abhängigen und aufeinander angewiesenen, also in funktionaler Abhängigkeit zueinander stehenden Berufen, zu vollziehen.

So weit will ich in die allgemeinen Gedanken einführen.

Der Beruf des Lehrers hat sich soziologisch aus dem des Forschers ausgesondert. Seine Aufgaben sind andere. Aber zur Erfüllung dieser Aufgaben bedarf er des festen Rüstzeuges solider Kenntnisse. Seine Vorbildung kann nicht wissenschaftlich genug sein. Und der Lehrer hat das allergrößte Interesse an vertiefter Geistes- und

[1]) Dunkmann, S. 221. [2]) Dunkmann, S. 222. [3]) Dunkmann, S. 223. [4]) Dunkmann, S. 224.

Verstandesbildung an der Universität. Den Zusammenhang mit der Wissenschaft darf und soll er nicht verlieren. Das gilt für Lehrer aller Lehrbefähigungen, das gilt im besonderen Maße für den Lehrer der Mathematik und der Naturwissenschaften. Sein künftiger Aufgabenkreis aber verlangt von ihm eine von der Universität und Hochschule zu vermittelnde Fülle von Tatsachen und Erkenntnismaterial, die, soweit das möglich und tunlich ist, in Beziehung zu setzen sind zu seiner Lebensaufgabe.

Knüpfen wir wieder an Schellbach an. Max Simon charakterisiert diesen einzigartigen Mann treffend so[1]: In seinem Seminar sahen die jungen Lehrer einen hochbegabten Mathematiker seine ganze Kraft in den Dienst der Schule stellen; sie sahen, wie er, der über ein fast unbegrenztes Aufgabenmaterial verfügte, dies doch fortwährend erweiterte, so daß er den Schülern nach allen Seiten hin Anregung spendete, wie er mit den einfachsten Mitteln der elementaren Mathematik schwierige Probleme der Analysis und Mechanik bewältigte und andererseits den eigentlichen Lehrstoff, die Gesamtheit der einzuprägenden Sätze und Formeln, auf jede Weise konzentrierte. —

Wenn auch nicht jeder Studierende zu einem Manne solchen Ausmaßes durch Universität und Praxis heranreifen wird, so ist es doch gut, wenn sich ein Lehrer an einem so hervorragenden Vorbilde orientiert.

Die theoretische Vorbildung der Lehrer sollte sich — ich zitiere wieder inhaltlich Sätze von Max Simon[2]) — in der Richtung wandeln, daß an Stelle der extensiven eine intensive, zusammenfassende philosophische Bildung trete. Die Lehrer der verschiedenen philosophischen „Sparten" müssen soweit allgemein gebildet werden, daß jeder ein volles Verständnis für die Bedeutung der Wissenschaft des anderen in der Gesamtkultur besitzt und die Fortschritte und Leistungen auf den fremden Gebieten zu beurteilen versteht. Insbesondere muß der Lehrer der Mathematik aufhören, der einseitige Formel- und Figurenmensch zu sein, die Schüler müssen merken, daß auch in ihm ein reichgebildeter Geist ihnen gegenübersteht, der imstande ist, den Zusammenhang der Kultur ihnen aufzuhellen, das „excelsior" der Menschheit klarzumachen.

Der Lehrer der Mathematik muß über die Entwicklungsgeschichte der Grundbegriffe seiner Wissenschaft unterrichtet sein, deren Quellen im Altertum, besonders bei den großen griechischen Philosophen und Mathematikern liegen, deren ununterbrochener Fluß Vergangenheit und Zukunft durchzieht; eine Forderung, die die Hochschulen mit Leichtigkeit erfüllen können, wohl auch in weitem Umfang erfüllen. Für den künftigen Lehrer gilt jedenfalls der Ausspruch Schellbachs, den dieser als Replik gegen einen ähnlichen auf die ästhetische Betrachtung der Antike bezüglichen Ausspruch Hegels geprägt hat: Wer die Mathematik und die Resultate der neueren Naturforschung nicht gekannt hat, der stirbt, ohne die Wahrheit zu kennen.

Ebenso wichtig ist für den künftigen Lehrer das Eindringen in die Geschichte seiner Wissenschaft überhaupt, insbesondere auch in die Geschichte der Elementarmathematik. Freilich muß dieses Eindringen in kulturgeschichtlichem Sinne orientiert sein.

Diese Forderung scheint mir von ganz besonderer Wichtigkeit zu sein. Das bloße Anknüpfen an historische Tatsachen oder aphoristische Hinweise in Kolleg und Übungen genügen meines Erachtens nicht. Für den später mit Unterricht betrauten Lehrer ist es notwendig, sich mit der Genesis auch der Probleme der Elementarmathematik[3]) zu beschäftigen, um dem Schüler Einblick in die schöpferische und

[1]) Simon, S. 23. [2]) Simon, S. 30.

[3]) R. R., S. 233: Die Geschichte der Mathematik ist grundsätzlich im Unterricht zu berücksichtigen, bei der Entwicklung des Lehrstoffes ebenso wie bei der Aufgabenstellung. Der Zusammenhang mit der allgemeinen Kulturentwicklung ist dabei nach Möglichkeit hervorzuheben. Die Schüler der oberen Klassen sind auch zum Lesen geschichtlich bedeutsamer mathematischer Schriftsteller anzuregen.

Ebenda S. 238: Die Mathematik soll sich nicht nur an die Urteilskraft der Schüler wenden, sondern auch Teilnahme erwecken für die Entstehung des mathematischen Lehrgebäudes. Tat-

phantasievolle Gedanken- und Schlußfolge mathematischer Forscher gewähren zu können. Nicht der fertige Satz, der elegante Beweis überzeugt den Schüler so, wie der Einblick in das genetische, in das historische Werden eines Ideen- und Vorstellungskomplexes.

Nur die Geschichte[1]) gibt plastische Aufklärung über die Schwierigkeiten, welche der Geist bei der Bewältigung der einzelnen Probleme zu überwinden hat, und besonders wichtig für die Schule ist der stete Hinweis auf den Zusammenhang aller Kulturarbeit. REGIOMONTANS Dezimalzahlen liest der Schüler von jedem Meilenstein ab, desselben REGIMONTANUS, dessen stille Arbeit in der Gelehrtenstube zu Nürnberg: die Berechnung der Ephemeriden[2]) die Entdeckung Amerikas durch Columbus erst ermöglichte. Oder etwas anderes: Die älteste historisch faßbare mathematische Aufgabe bei THALES ist aus der Praxis erwachsen und gehört der angewandten Mathematik an, eine Kreuzpeilung zur Feststellung der Entfernung eines Schiffes von Milet, die graphisch gelöst wird. Zur Lösung ist die Kenntnis von Sätzen der Ähnlichkeitslehre unbedingt nötig; also liegt historisch gesehen doch wohl die Lehre von der Ähnlichkeit vor der der Kongruenz. Auf die Geschichte der Zahl π sollte kein Lehrer verzichten[3]). Überhaupt die Art antiker Problemstellung! Eine wundervolle Tatsache, die wir ganz nebenbei bei APOLLONIUS lernen: Er, wie alle namhaften Mathematiker des Altertums von PLATO an haben eine Lösung des DELischen Problems versucht und meist auch gefunden. Bekanntlich gipfelt diese Lösung in der Konstruktion von $\sqrt[3]{2}$. Bei APOLLONIUS findet sich die Konstruktion der $\sqrt[3]{2}$ als Schnitt zweier Parabeln oder einer Parabel mit einer Hyperbel. Das Problem, in moderner mathematischer Bezeichnung geschrieben, wird ja bekanntlich dargestellt durch die laufende Proportion $a:x = x:y = y:2a$. Aus dieser Beziehung ersieht jeder Primaner sofort die Lösung. Sofort denkt er diese Beziehung graphisch hinein in das System der kartesianischen Koordinaten, das APOLLONIUS (man weiß eigentlich nicht warum?) nicht entdeckt hat. Erst tausend Jahre später erkannte CARTESIUS und damit die Wissenschaft die universelle Bedeutung dieses Systems. Und das angesichts der Tatsache, daß APOLLONIUS die Eigenschaften der Kegelschnitte bereits in solcher Vollständigkeit kannte und lehrte, daß seiner Erkenntnis mehr als tausend Jahre mathematischer Entwicklung

sachen aus der Geschichte der Mathematik, die für die großen allgemeinen Entwicklungsgänge Bedeutung haben, bilden neben dem biographischen Element einen wichtigen Stoff des Mathematikunterrichts. Die Kulturgeschichte des Historikers kann der Mathematiker ergänzen. Soweit es möglich ist, empfiehlt sich das Anknüpfen der Problem-Mathematik an die historische Fragestellung. Hier wird sich für das Gymnasium die alte Geschichte als besonders fruchtbar erweisen.

Ich verweise außerdem auf das treffliche Werk von J. TROPFKE, Geschichte der Elementarmathematik, 2. Aufl. Berlin und Leipzig 1921 bis 1294, de Gruyter. Bd. 1: Rechnen; 1921. Bd. 2: Allgemeine Arithmetik; 1921. Bd. 3: Proportionen, Gleichungen; 1922. Bd. 4: Ebene Geometrie; 1923. Bd. 5: Ebene Trigonometrie. Sphärik und sphärische Trigonometrie; 1923. Bd. 6: Analysis und analytische Geometrie; 1924. Bd. 7: Stereometrie und Verzeichnisse; 1924.

[1]) SIMON, S. 5.

[2]) SIMON, S. 6 (RUDIO).

[3]) F. KLEIN, Vorträge über ausgewählte Fragen der Elementargeometrie. Ausgearbeitet von F. TÄGERT. Leipzig 1895, B. G. Teubner. S. 38, S. 43, S. 53.

M. CANTOR, Vorlesungen über Geschichte der Mathematik; Bd. 1, 4. Aufl. 1922, Register S. 933: Quadratur des Kreises. Bd. 2., 2. Aufl. 1913, Register S. 937: Quadratur des Kreises. Leipzig, B. G. Teubner.

H. SCHUBERT, Die Quadratur des Kreises in berufenen und unberufenen Köpfen. VIRCHOW-HOLTZENDORFFS gemeinverständliche wissenschaftliche Vorträge, III. Serie, Heft 67, Hamburg 1889. Benutzt in H. SCHUBERT, Mathematische Mußestunden, Bd. III., 3. Aufl., S. 169 bis 213: Die Quadratur des Kreises. Leipzig 1909, Göschen.

E. HOPPE, Mathematik und Astronomie im klassischen Altertum, S. 263 u. a. Heidelberg 1911, Winter.

J. TROPFKE, Geschichte der Elementarmathematik, 2. Aufl. Register in Bd. 7. S. 113: Kreisberechnung.

E. BEUTEL, Die Quadratur des Kreises. Mathematisch-physikalische Bibliothek, Bd. 12. 2. Aufl. 1920, Berlin und Leipzig, B. G. Teubner.

nichts hinzugefügt haben. Oder: die zunächst intuitive Erkenntnis von Gauss, daß der Kreis sich in 17 Teile teilen lasse[1]). Damit wurde das Problem der Kreisteilung, das weit mehr als ein Jahrtausend in der Entwicklung stehen geblieben war und für abgeschlossen galt, wieder aktuell. Und so könnte ich noch vieles anführen. Beispielsweise: daß Galilei unmittelbar an Archimedes anknüpfte in der Art der Problemstellung und der Lösungswege. Die sehr merkwürdige, fast plötzlich einsetzende und rapide vorwärts strebende Steigerung der Naturerkenntnis in der Zeit des 30jährigen Krieges: Galilei, Torricelli, Guericke, Kepler, Cartesius bis Snellius. Das sind so ein paar Namen. Oder die sich in einem Jahrzehnt vollziehende äußerst schnelle Entwicklung der Elektrodynamik[2]) von Galvani über Volta, Ampère, Ohm, Faraday, zu Gauss und Weber, eine Entwicklung, deren Eiltempo gerade jetzt im Zeitalter des Radio Verständnis findet.

All das ist wichtig für den Lehrer[3]). Ich stehe nun nicht auf dem Standpunkt, daß Kenntnisse solcher Art dem Lehrer zu vermitteln Hauptaufgabe der Hochschule ist oder sein soll. Aber Zusammenhänge solcher Art sollte mehr als bisher der Universitätsunterricht gelegentlich aufdecken.

Zur obligaten Einrichtung von Professuren der Geschichte der exakten Wissenschaften scheint mir die Zeit noch nicht zu sein; aber einzelne Forscher sollten auch als lebendige Männer in ihrem wissenschaftlichen Werdegang hinter ihren Großtaten sichtbar werden. Klein hat in seiner herrlichen und eindringlichen Gauß-Biographie wenigstens aphoristisch ein nachahmenswertes Paradigma gegeben[4]).

Auf die Dauer wird die Hochschule sich dem Verlangen nach stärkerer Vertretung der Geschichte der Einzelwissenschaft nicht verschließen können. Die übrigen Fakultäten haben das bereits. Geschichte der Rechtswissenschaft wird ebenso ständig gelesen wie Geschichte der Medizin und ihrer einzelnen Teilgebiete, und die Vertreter der Naturwissenschaften sind bereits stark am Werke. Oder scheint es angemessen, die Entwicklung der Mathematik und Physik vornehmlich aus den umfangreichen Werken zur Geschichte der Philosophie sich zusammenzusuchen? Mir scheint es wichtig und notwendig, daß man sich mit dem Gedanken vertraut macht. Der Einwand, die Geschichte der mathematischen Wissenschaft fände keinen Anklang bei den Studierenden, ist doch wohl nur bedingt richtig. Das kann man von jedem Vorlesungsgegenstande sagen. Es kommt immer darauf an, wie gelesen wird. Ich weiß z. B., daß eine Vorlesung über Experimentalphysik jahrelang wenig von den

[1]) Carl Friedrich Gauss Werke, herausgegeben von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Leipzig, B. G. Teubner. Bd. 10, 1; 1917: Das Tagebuch, S. 483ff.

[2]) F. Klein, Vorlesungen über die Entwicklung der Mathematik im 19. Jahrhundert. Teil I, bearbeitet von R. Courant und O. Neugebauer (Bd. 24 der Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellung). Berlin 1926, Springer. S. 19ff.

[3]) R. R., S. 245, Nr. 5: Eine hervorragende Bedeutung für den physikalischen Unterricht kommt der geschichtlichen Betrachtungsweise zu. Sie stellt nicht nur eine sehr erwünschte engere Beziehung der mathematisch-naturwissenschaftlichen zu den anderen Lehrfächern her, sondern die geschichtliche Erörterung ist oft am besten geignet, die Schüler in das Verständnis des ganzen Lehrgebietes einzuführen und ihnen eine tiefere Erkenntnis der einzelnen Probleme und ihrer geistesgeschichtlichen Bedeutung zu vermitteln. Die geschichtliche Einstellung läßt sich mit großem Vorteil im Arbeitsunterricht benutzen, wo durch Anknüpfung an den geschichtlichen Entwicklungsgang die Schüler zu eigenem Entdecken und Erfinden längst bekannter Tatsachen geführt werden können. Unerläßlich ist die geschichtliche Betrachtungsweise, wenn es sich um die Erörterung der großen grundlegenden Prinzipien und das Anknüpfen an weltbewegende Fragestellungen und Gedankengänge handelt. Bei der Besprechung der entscheidenden physikalischen Theorien wird man zur Vertiefung der geistigen Ausbildung der Schüler von der geschichtlichen Erkenntnis zu den Anfängen philosophischer Erkenntnis zurückgehen müssen und darauf hinweisen, daß diese Probleme schließlich in metaphysische einmünden. Gewinnen die Schüler bei der Erörterung des geschichtlichen Werdeganges der großen physikalischen Hypothesen einen Eindruck von den unserem Erkennen gesetzten Grenzen, so werden sie zu der Überzeugung gelangen, daß da, wo vorwissenschaftliche Auffassung bereits Klarheit zu finden glaubt, die großen Probleme erst beginnen.

[4]) F. Klein, Vorlesungen über die Entwicklung der Mathematik im 19. Jahrhundert, S. 6 bis 62.

Studenten frequentiert wurde, obwohl sie zu gelegenster Zeit — nachmittags um 5 Uhr — stattfand, und ich weiß auch, daß dieselbe Vorlesung von Anfang bis Schluß des Semesters schon seit Jahren regelmäßig und stark von den Studenten besucht wird, trotzdem sie morgens um 7 Uhr angesetzt ist. Es kommt also nicht nur auf das „was" des Gegenstandes an, sondern auch auf das „wie" seiner Behandlung. Das Petitum bleibt. Die Universität sorge dafür, daß die Gedankenfolge dessen nicht verkümmert, was durch die Jahrhunderte hindurch das Denken der größten Geister erfüllt hat. Nur so bleiben Kulturzusammenhänge sichtbar, deren Lebendigbleiben rückwirkt auf die allgemeine Anerkennung des in Frage stehenden Zweiges der Wissenschaft als Kulturfaktor und Kulturmehrer.

Tun wir das nicht, so verklingt die von A. Voss geprägte Definition der Mathematik als Kulturfaktor unverstanden für die Allgemeinheit der gebildeten Welt: „Die Mathematik ist die Wissenschaft, die lehrt, den Kosmos als ein geordnetes Geschehen zu verstehen und die Gebilde des logischen Verstandes bis in ihre entlegensten Einzelheiten zu prüfen, die Wissenschaft, die wie ein gewaltiger Arterienstrom unsere ganze Kultur bis in ihre feinsten Kapillaren durchdringt[1])."

Und noch eine letzte Folgerung möchte ich als für den Berufskreis des Lehrers wichtig ziehen, die schon vor langer Zeit mit vielen anderen MAX SIMON ausgesprochen hat[2]). Man gebe der didaktischen Unterweisung eine Stelle im Rahmen des Universitätsunterrichts. Ich weiß, daß dies Begehren den Fakultäten meist höchst unsympathisch ist. Aber vielleicht geht es wie bei vielen anderen auch bei dem Begriff „Didaktik" so, daß man einander mißversteht. Ich verstehe unter Didaktik nicht eine Unterrichtsanweisung, eine Rezeptierung oder Dosierung irgendwelcher Vorschriften in großer Aufmachung zum Gebrauche in vorkommenden Fällen. Ich verstehe darunter die Einführung in die wissenschaftliche Arbeitsmethode, wie sie seit mehr als 100 Jahren bei den klassischen Philologen besteht in Gestalt der Proseminare mit ihren Interpretationseinführungen. Etwas Ähnliches fehlt für die Mathematik noch vielerorts. In der Physik gibt es seit langem Praktika, die allerdings dem Lehrer für seine Praxis meist kaum nützen, weil er in der Praxis mit bescheidensten Hilfsmitteln, manchmal sogar nur — — qualitativ zu experimentieren hat. Hier ließe sich aber mit der Zeit ein wohltuender Fortschritt erzwingen, wenn nämlich endlich einmal mit der schon seit Jahrzehnten bestehenden Forderung der Prüfungsordnung für das höhere Lehramt in der Physik Ernst gemacht würde, nämlich mit der Forderung, daß kein Kandidat die Lehrbefähigung erhalten darf, der nicht praktische Fertigkeit im Experimentieren auf den verschiedensten Gebieten während des Examens nachweist.

Ganz aber, wie gesagt, fehlen die Praktika, soweit ich sehe, meist in der Mathematik. An einer Universität sind sie in dankenswerter Weise bereits eingeführt, und ich hoffe stark auf ihren weiteren Ausbau. In diesen Praktika sollten nun aber die Studenten nicht nur angehalten werden zur exakten Lösung von Aufgaben, die nicht aus heiterem Himmel kommen sollten, sondern in irgendeiner Form methodisch vorbereitet werden müßten. Die Studenten sollten auch einen ganzen Gedankengang in allen seinen einzelnen Schlüssen genau durchzuinterpretieren gezwungen werden, und es sollte auch nicht ausgeschlossen sein, die Abhandlung eines Forschers wortwörtlich auszuwerten. Das wäre eine didaktische Einstellung, die dem künftigen Lehrer eine wertbeständige Basis für eigene Vorbereitung zunächst als Selbstzweck, dann als Weitergabe in genetischer Form an die Schüler, bietet.

In den Vorlesungen sollte gleichfalls mehr als bisher nicht nur die in sich geschlossene glatte Entwicklung und Darstellung des Gegenstandes gegeben werden, sondern es sollte mehr als bisher die Problematik weitesten Spielraum haben, damit der Hörer nicht als oberstes Ziel das korrekte Mitschreiben des Gebotenen ansieht,

[1]) A. Voss, Die Beziehungen der Mathematik zur Kultur der Gegenwart, in Kultur der Gegenwart, Band: Die mathematischen Wissenschaften, von FELIX KLEIN. S. 42. Leipzig 1914. B. G. Teubner.
[2]) SIMON, S. 24.

BIBLIOTEKA WYŻSZEJ SZKOŁY PEDAGOGICZNEJ w GDAŃSKU
Uniwersytet Gdański Biblioteka

sondern daß er gedanklich gern mitarbeitet und so in der Erkenntnis wächst, daß er also gewissermaßen mit an dem Produktionsprozeß teilnimmt und nicht nur rezeptiv tätig ist. Also auch hier wäre es, gesehen vom künftigen Schulmeister aus, ersprießlich und didaktisch richtig, wenn der Professor den Studenten mehr als bisher nicht nur in seine Werkstatt hineinsehen ließe, sondern auch vorbildlich zeigte, welche einzelnen geistigen Handgriffe produktiv sind oder produktiv gemacht werden können.

Findet sich ein Mann, der in der Lage ist, besonders gut in die wissenschaftliche Methode einzuführen und der die Kunst versteht, an wissenschaftlichen Gegenständen wissenschaftlich Hörer zu schulen, dann dulde man ihn. Er ist ganz gewiß eine Bereicherung für die Praxis des späteren Lehrers.

Um die Fortbildung der im Amte befindlichen Lehrer durch die Universität bin ich nicht bange. Die Göttinger Ferienkurse und solche an anderen Hochschulen haben schon nach dem Kriege wieder eingesetzt. Die überaus starke Zuhörerzahl aus den Kreisen der Lehrer ist ein eklatanter Beweis für deren lebhaftes Fortbildungsbedürfnis.

Auf die Ausbildung der Studienreferendare möchte ich in diesem Zusammenhange nicht eingehen, aber doch sagen, daß an einer Universität unter der Ägide eines besonders für diese Dinge interessierten Professors neue Wege aufgezeigt sind für die Verbindung von Universität und Schule.

Alles in allem darf ich feststellen: Eine Diskontinuität zwischen Universität und Schule besteht, sie wird nicht geleugnet, m. E. ist sie auch überhaupt nicht völlig zu beseitigen; im Gegenteil, sie mag bestehen bleiben. Das hindert aber nicht, daß verständnisvoll miteinander gearbeitet wird: der produktive Forscher mit dem Lehrer, der wertvolles Kulturgut, von jenem geschaffen, weitergibt der Jugend, die er zum Arbeitswillen und zur Arbeit im Geiste wirklicher Wissenschaft zu erziehen hat.

Ich möchte als Wegzeichen für die Zukunft mit einem Worte Kleins schließen[1]): Der mathematische Unterricht hat auf alle Weisen, wie man ihn auch wenden mag, seine außerordentlichen Schwierigkeiten; nur wer seine ganze Kraft einsetzt, kann hoffen, Befriedigendes zu erreichen. Dafür darf der Lehrer der Mathematik der frohen Zuversicht leben, daß eine auf das Ganze gerichtete mathematische Bildung trotz aller Schwankungen in den uns umgebenden Bedingungen bei der fortschreitenden Entwicklung der Neuzeit auf die Dauer an Wichtigkeit nur gewinnen kann.

Dies gilt auch sinngemäß für die gesamte Naturwissenschaft.

Einige wichtige experimentelle Grundlagen der Bohrschen Atomtheorie[2]).

Von **J. Franck** in Göttingen.

Da unsere heutige Vorlesung ziemlich am Ende der Tagung stattfindet und Sie schon mancherlei über die Bohrsche Atomtheorie in den vorangehenden Vorträgen gehört haben, so erübrigt es sich, die Grundvorstellungen dieser Theorie in extenso hier zu besprechen. Kurze Hinweise auf die Hypothesen und insbesondere die ihnen zugrundeliegenden experimentellen Tatsachen mögen genügen.

Will man versuchen, über den Bau der Atome etwas auszusagen, so muß man zuerst die Bestandteile, aus denen sie aufgebaut sind, kennen lernen. Um dies Ziel zu erreichen, verfährt man nach dem bei der chemischen Analyse üblichen Prinzip: Man zerlegt das Atom in seine Bestandteile und studiert die einzelnen Bausteine.

Verfahren zur destruktiven Behandlung von Atomen hat uns die Entwicklung der modernen Physik in Hülle und Fülle geliefert. Ich erinnere an Einwirkung kurz-

[1]) Klein, Vorlesungen über die Entwicklung der Mathematik im 19. Jahrhundert; S. 77.

[2]) Vorlesung, gehalten im mathematisch-physikalischen Ferienkursus 1926 der Universität Göttingen.

welliger Lichtstrahlen bzw. Röntgenstrahlen, an die Einwirkung von Kathoden-, Kanal-, Anodenstrahlen bzw. der bei den radioaktiven Prozessen emittierten Strahlungen, an den Einfluß hoher Temperatur und in manchen Fällen denjenigen chemischer Umsätze. Alle diese Gruppen von Untersuchungen haben das Ergebnis gehabt, daß ein Elementarbaustein aller Atomsorten das negativ geladene Elektron sein muß, da Elektronen, und zwar immer Elektronen einer einzigen Art, sich durch die angeführten Beanspruchungen aus der Materie jeglicher Art und jeden Aggregatzustandes herauslösen lassen.

Die Eigenschaften der Elektronen hat man in zahlreichen Sonderuntersuchungen festgestellt. Rufen wir uns die hauptsächlichsten Grundtatsachen und einige Verfahren zur Gewinnung dieser Kenntnisse ganz kurz in Erinnerung. Die Elektronen sind negativ elektrisch geladen, das zeigt jeder Versuch, bei dem man Elektronenstrahlen von metallischen Konduktoren auffangen läßt und die Aufladung mit elektrischen Meßinstrumenten mißt. Sie tragen immer die gleiche, nicht mehr weiter unterteilbare Elektrizitätsmenge. Das wird z. B. nachgewiesen, indem man kleine durch ultramikroskopische Methoden sichtbar gemachte Tröpfchen oder Staubteilchen von Elektronen aufladen läßt und die Veränderung der Fallgeschwindigkeit dieser Partikel durch Anbringung elektrischer Felder messend verfolgt. Mit solchen submikroskopischen Potentialwagen (Millikan) ergab sich die Größe der negativen Elementarladung der Elektronen zu $4{,}77 \cdot 10^{-10}\, e \cdot s \cdot$ Einheiten. Ferner kann man das Verhältnis von Ladung zur Masse der Elektronen auf viele Weisen feststellen, z. B. durch Untersuchung der Ablenkung, die im Vakuum verlaufende Elektronenstrahlen in elektrischen und magnetischen Feldern erfahren. Aus dem Wert von $\frac{e}{m}$ und dem Wert von e erfahren wir, daß m die Masse des Elektrons 1800 mal so klein ist als die Masse der leichtesten Atomsorte (Wasserstoffatome). Auch der Radius der Elektronen läßt sich aus direkten Versuchen abschätzen. Man schickt dazu ein paralleles Bündel langsamer Elektronenstrahlen durch ein Gas und beobachtet die Zunahme der Zerstreuung der Strahlen unter der Einwirkung der Zusammenstöße mit den Gasatomen. Da man die Zahl der Atome im Kubikzentimeter bei gegebenem Drucke und die Radien der Atome kennt [siehe die Vorlesungen von Born [1])], so kann man aus dem mittleren Wege, den bei den genannten Versuchen ein Elektron ohne Zusammenstöße zurücklegt, feststellen, daß der Radius des Elektrons sehr klein gegenüber den Atomradien, d. h. $\ll 10^{-8}$ cm ist. Daraus folgt, daß die negative Elementarladung in den Elektronen sehr dicht zusammengepreßt ist. Dieser dichten Zusammenballung der Elektrizität entspricht eine große potentielle Energie. Da Energie nach der Relativitätstheorie einer trägen Masse äquivalent ist, so muß zum mindesten ein Teil der trägen Masse des Elektrons energetische Masse sein. Nehmen wir an, wofür viel spricht, daß die Gesamtmasse des Elektrons durch potentielle Energie zu erklären ist, so kann man (unter gewissen vereinfachenden Annahmen) den Radius des Elektrons berechnen, er ergibt sich dann zu $\sim 10^{-13}$ cm.

Begnügen wir uns mit diesen Angaben über die Elektronen und fragen nunmehr, wieviele Elektronen in den verschiedenen Atomsorten vorhanden sind. Auch hierauf ergibt das Experiment eindeutig Antwort. Versuchen wir das leichteste Atom, das Wasserstoffatom mit allen den obenerwähnten Methoden zur Abgabe seiner Elektronen zu bewegen, so gelingt es trotz gröbster Behandlung, bei der schwerere Atome viele Elektronen abgeben, aus dem H-Atom nur ein Elektron abzuspalten. Das nächst schwerere Atom He gibt nur zwei Elektronen ab, Lithium nur 3 usw. Das legt die Vermutung nahe, daß die Zahl der Elektronen im Atom gleich der Nummer ist, die jede Atomsorte erhält, wenn man sie in der Reihenfolge des Atomgewichts in einer Tabelle zusammenfaßt (Atomnummer). Bewiesen wird diese Vermutung durch Untersuchung der Zerstreuung von Röntgenstrahlen beim Hindurchgehen durch Materie, die aus leichten Atomen besteht. In diesem Falle zerstreuen die im Atom gebundenen

[1]) Diese Zeitschr. **40**, 244, 247; 1927.

Elektronen die Röntgenstrahlung nach allen Seiten mit der gleichen Intensität, wie es freie Elektronen der gleichen Anzahl tun würden (J. J. Thomson). Da die Zahl der von der Strahlung durchsetzten Atome bekannt ist, so ergibt sich aus der gesamten Zerstreuung die Zahl der Elektronen pro Atom.

Da die normalen Atome elektrisch ungeladen sind, müssen außer den negativen Elektronen auch positiv geladene Bausteine vorhanden sein. Wir untersuchen sie nach den gleichen Methoden, die uns die Eigenschaften der Elektronen zeigten, d. h. wir nehmen den Atomen ihre Elektronen fort und untersuchen den positiven Rest. Da die Elektronen, wie oben erwähnt, eine Masse haben, die klein ist gegenüber der Atommasse, so enthält der Rest, das positive Ion, praktisch die ganze Atommasse, was durch $\frac{e}{m}$-Bestimmungen bewiesen wurde. Das positive Ion trägt die einfache positive Elementarladung, die dem Betrage nach der negativen gleicht, wenn es sich um ein Wasserstoffatomion (Proton) handelt. Beim Heliumion erhalten wir, da das Atom zwei Elektronen enthält, maximal ein doppelt geladenes positives Ion. Bei radioaktiven Prozessen werden diese doppelt geladenen Heliumionen spontan von schweren Atomen mit großer Energie emittiert. Man nennt diese Strahlung bekanntermaßen α-Strahlung. Die Untersuchungen an α-Strahlen (insbesondere von Rutherford) sind unter anderem auch höchst bedeutsam geworden für die Durchmesserbestimmung der maximal aufgeladenen positiven Ionen, der sogenannten Kerne. Wie aus den bekannten Wilsonschen Photographien der Bahnen der α-Strahlen direkt sichtbar gemacht werden konnte, bietet der größte Teil des gaskinetischen Atomquerschnittes für den gradlinigen Durchgang der α-Strahlen kein Hindernis. Nur der innerste Kern der Atome ist undurchdringlich. Das gleiche gilt, wie schon wesentlich früher Lenard gezeigt hatte, für Zusammenstöße sehr schneller Elektronen mit Atomen. Bei den Untersuchungen der α-Strahlen äußert sich ein Zusammenstoß mit dem undurchdringlichen Teil der Atome durch das Auftreten von scharfen Knicken der Bahn der Strahlen. Aus der Zahl der Knicke, die auftritt, wenn ein α-Strahl eine bekannte Zahl von Atomen durchfährt und aus den Ablenkungwinkeln können wir sowohl den Durchmesser der undurchdringlichen Atomkerne, wie auch das Massenverhältnis der zusammenstoßenden Gebilde nach den Gesetzen der gewöhnlichen Mechanik berechnen. Es zeigt sich, daß die Atomkerne auf Räume mit Durchmessern, die kleiner als 10^{-13} cm sind, zusammengedrängt sind und daß sie gleichwohl praktisch die ganze Masse der Atome in sich vereinigen. Wie aus den radioaktiven Prozessen folgt und aus den Untersuchungen von Isotopen [siehe Borns Vorlesung[1])], sind die Kerne der Atome ihrerseits aus Wasserstoffkernen und Elektronen aufgebaut. Man wird daher für den Durchmesser des Wasserstoffkerns einen Wert der $< 10^{-13}$ cm ist einzusetzen haben. In ihm ist dann die positive Elektrizität noch wesentlich enger zusammengedrängt, als in den Elektronen. Daher ist in den Kernen die rein energetische Masse wesentlich größer, und man wird wohl kaum einen Fehlschluß machen, wenn man auch die Kernmasse vollkommen als energetische Masse ansieht. Ein Atom besteht also aus einem positiven Kern und Elektronen. Da man bei ihrer Zusammensetzung nun zu gaskinetischen Radien kommt, die mindestens 10^5 mal so groß sind als die Radien der einzelnen Bestandteile, hat man geschlossen, daß die Elektronen eine Art von Planetenbahnen um die positiven Kerne beschreiben müßten. Der Durchmesser der Bahn könnte dann etwa mit dem gaskinetischen Radius identisch sein. Das war in großen Zügen der Stand der Dinge bei dem Einsetzen der Atomtheorie von Niels Bohr.

Bohr befaßte sich zunächst mit der Frage nach der Stabilität der Kernatome. Bauen wir uns ein Wasserstoffatom aus einer positiven Zentralsonne und einem Elektronenplaneten auf, so muß, wenn der Bahndurchmesser etwa 10^{-8} cm ist, das Elektron

[1]) Diese Zeitschr. **40**, 245; 1927.

etwa 10^{16} Touren um die Zentralsonne pro Sekunde zurücklegen, wie man durch Anwendung des Coulombschen Gesetzes für die Anziehung und des Keplerschen Gesetzes für die Planetenbewegung ausrechnen kann. Nach den klassischen Gesetzen der Elektrodynamik muß aber ein elektrisch geladenes Gebilde, das eine so große Umlauffrequenz hat, dauernd Licht eben dieser Frequenz ausstrahlen. Dadurch verliert es Energie, wird mit wachsender Zeit immer engere Bahnen mit größerer Tourenzahl um den Kern herum ausführen und endlich in den Kern hineinstürzen. Die ganze Dauer dieses Prozesses betrüge nur einen äußerst kleinen Bruchteil einer Sekunde. Im Gegensatz dazu sind jedoch die Atome äußerst stabil und bauen sich auch, wenn man sie in ihre Bestandteile zerlegt hat, von selbst zu Gebilden der alten Eigenschaften und Durchmesser wieder auf.

Bohr beseitigte die der Hypothese des Kernatoms innewohnenden Schwierigkeiten, indem er statt der Gesetze der klassischen Elektrodynamik diejenigen der Planckschen Quantentheorie auf die Ausstrahlung der Kernatome anwandte. Auf die Art, wie er dabei die Quantentheorie verwandte, brauche ich hier nicht einzugehen, da hierüber in den Vorlesungen des Kollegen Hund ausführlicher berichtet ist. Für unser heutiges Thema genügt es, uns die Grundhypothesen dieser Theorien in Erinnerung zu rufen, um uns dann ausführlicher mit den experimentellen Beweisen derselben zu beschäftigen.

Nach Bohr kann sich ein Kernatom in einer unendlichen, aber diskreten Reihe von stationären Zuständen, sogenannten Quantenzuständen, befinden. Bei Lichtabsorption bzw. Lichtemission, die nach der Quantentheorie immer in Energieeinheiten $h\nu$ stattfinden (h ist das Plancksche Wirkungselement, ν die Frequenz des Lichtes), erfolgen Übergänge zwischen den Quantenzuständen. Für jeden Übergang gilt die Frequenzgleichung

$$w_A - w_E = h\nu,$$

wo w_A und w_E die Energien des Atoms vor und nach dem Übergang bedeuten und ν die Frequenz des absorbierten oder emittierten Lichtes ist. Bei tiefer Temperatur befinden sich alle Atome im nichtstrahlenden niedrigsten Quantenzustande, dem Normalzustande. Die langwelligste Lichtfrequenz (das erste Glied der Absorptionsserie), welche Atome in diesem Zustande absorbieren, überführt das Atom in den nächst höheren Quantenzustand, den niedrigsten Anregungszustand. Entsprechend ergibt das Licht der zweiten, dritten usw. Absorptionslinie Übergänge in die entsprechenden höheren Quantenzustände. Schließlich wird durch Licht, dessen Frequenz der Konvergenzstelle der Serie entspricht, ein Elektron des Atoms in eine Quantenbahn gehoben, die im unendlichen Abstand vom Kern verläuft. Das bedeutet aber, daß ein Elektron vom Atom abgerissen, das Atom ionisiert wird. Diese letztere Folgerung läßt sich experimentell prüfen, indem man feststellt, ob bei Bestrahlung eines Gases mit Licht, dessen Frequenz $\nu \geqq$ Konvergenzfrequenz ist, das Gas eine elektrische Leitfähigkeit erhält, während es bei Bestrahlung mit langwelligem Licht nicht leitend bleibt. In der Tat hat dies mehrfach durchgeführte Experiment der theoretischen Voraussage entsprochen.

Wesentlich direkter kann man die genannten Hypothesen über die quantenhafte Aufnahme von Energie durch Atome prüfen, wenn man die Energiebeträge dem Atom nicht durch Lichteinstrahlung, sondern durch atomare Stoßprozesse zuführt. Die Prüfung wird sich dabei nach zwei Richtungen zu erstrecken haben, einmal muß sie ergeben, daß nur die aus dem Spektrum voraus berechenbaren Beträge als innere Energie aufgenommen werden können, und zweitens muß sie zeigen, daß bei Zuführung dieser Energiebeträge die entsprechenden Lichtfrequenzen ausgesandt werden.

Eine mehr qualitative Bestätigung des zweiten Teiles der zu beweisenden Hypothesen führe ich zuerst an, da sie mit landläufigen Beobachtungen im Zusammenhang steht, nämlich die Erscheinungsgruppe des Temperaturleuchtens der Gase. Bei tiefer Temperatur leuchten die Gase nicht, und dementsprechend zeigen auch bekannte Versuche der kinetischen Gastheorie, daß die Atome dann elastisch zusammenstoßen und keine Energie in innere Energie überführen. Wenn wir jedoch ein geeignet

gewähltes Gas stärker erhitzen und dadurch die kinetische Relativenergie der aufeinanderprallenden Atome steigern, so tritt mit wachsender Temperatur immer stärker ein Leuchten auf. Die Spektrallinie, die bei der niedrigsten Temperatur erscheint, muß nach Bohr das erste Glied der Absorptionsserie sein. Das ist in der Tat der Fall. Zum Beispiel tritt bei Natriumdampf das bekannte D-Linienduplett zuerst auf. Dieses Linienpaar ist eben dasjenige, das die kleinste Anregungsarbeit verbraucht. Bei weiterer Temperatur kommen dann schrittweise die schwerer anregbaren Linien des Natriums in Emission hinzu. In reinem Natriumgas ist der Versuch nicht sehr einfach auszuführen, besonders da heißes Alkali alle durchsichtigen Gefäßwände angreift; daß man trotzdem besonders mit Alkalien solche Versuche durchführt, liegt daran, daß die Anregungsarbeiten der Spektrallinien in ihnen besonders klein sind, denn die Hauptlinien der Absorptionsserie liegen bei relativ langen Wellen (im sichtbaren Spektralgebiet), man kommt daher in diesen Gasen mit relativ niedrigen Temperaturen aus, um den Umsatz von Energie der Wärmebewegung in Anregungsenergie durch Lichtemission nachzuweisen.

Diese leichte Anregbarkeit der Alkalimetalle und auch der Erdalkalien ist es auch, die ihren Nachweis durch das Flammenspektrum so einfach gestalten. Im sogenannten nicht leuchtenden Bunsenbrenner befinden sich fast nur Gase mit hohen Anregungsstufen. Die Temperatur von 1400 bis 1500°, die in ihm herrscht, genügt dann nicht, um auf Kosten der Wärmebewegung diese Gase merklich zum Leuchten anzuregen. Bringt man aber Metalle (oder Metallsalze, die bei der Temperatur dissoziieren) niederer Anregungsarbeit in die Flamme, so erscheinen ihre am leichtesten anregbaren Spektrallinien nunmehr in großer Intensität.

Wir bezeichneten oben die aus dem Temperaturleuchten sich ergebenden Übereinstimmungen mit den Grundhypothesen als qualitative. Versuche, zu quantitativen Beziehungen zu kommen, sind neuerdings für das Temperaturleuchten der Sternatmosphären von Eggert, Saha, Fowler, Milne und anderen gemacht worden. In der Tat sind hier große Erfolge erzielt worden, aber man muß mit dem ganzen Rüstzeug der Thermodynamik und mit der ganzen anderweitig gewonnenen Kenntnis über die Häufigkeit der einzelnen Elementarprozesse an dieses Problem herangehen, um es zu meistern.

Wesentlich direkter ist daher ein Verfahren, bei dem man die den Atomen durch Stoß zugeführte Energie bequem dosieren kann, die in innere Energie überführten Beträge genau messen und schließlich die auftretende Strahlung spektroskopisch untersuchen kann. Das wird geleistet von dem sogenannten Elektronenstoßverfahren. Von den vielfachen Variationen, in denen der Elektronenstoß auf die uns beschäftigenden Probleme angewandt ist, wollen wir zwei Verfahren genauer besprechen und experimentell vorführen. Das erste gibt ein Beispiel zur Messung des Energieaufwandes, der zur Anregung des Grundgliedes von Absorptionsserien benötigt wird, das zweite erlaubt die Ionisierungsarbeit eines Atoms zu bestimmen. Um mit einem experimentell bequem behandelbaren einatomigen Gas arbeiten zu können, führen wir die Versuche in Quecksilberdampf aus. Dazu verwenden wir ein im übrigen gut ausgepumptes Glasgefäß mit Quecksilber als Bodenkörper und erzeugen uns den gewünschten Gasdruck durch ein Heizbad. Sie sehen hier das Gefäß, das sich in einem durch Leuchtgas geheizten Paraffinbade befindet. Da es wegen der etwas komplizierten Justierung des Apparates nicht gut möglich ist, die Anordnung der in der Quecksilberatmosphäre sich befindenden Metallelektroden Ihnen direkt zu demonstrieren, so geschieht das besser durch eine schematische Zeichnung, die ich projiziere (Fig. 1).

Mit D ist die Elektronenquelle bezeichnet. Sie besteht aus einem dünnen Wolframdraht, der durch einen elektrischen Strom zur hellen Rotglut erhitzt ist. Daß solche Glühdrähte sehr stark Elektronen emittieren, darf ich im Zeitalter des Rundfunks als bekannt voraussetzen. In einem Abstand von einigen Zentimetern steht dem Glühdraht eine Drahtnetzelektrode gegenüber. Laden wir durch Anwendung einer Akku-

mulatorenbatterie das Netz positiv in bezug auf den Glühdraht auf, so werden die vom Draht kommenden Elektronen auf das Netz zu beschleunigt. Man kann leicht angeben, welche kinetische Energie die Elektronen durch die Beschleunigungsspannung gewinnen müssen, wenn kein Gas sich zwischen D und n befindet, d. h. wenn die Elektronen das Kraftfeld ohne Zusammenstöße frei durchfallen. Man erhält die Beziehung

$$\frac{1}{2} m v^2 = e\, V,$$

hierbei ist $\frac{1}{2} m\, v^2$ die kinetische Energie jedes Elektrons, e seine Ladung und V die angelegte Potentialdifferenz. Messen wir letztere in der Voltskala, so ist z. B. die kinetische Energie eines Elektrons, das 10 Volt durchlaufen hat, $\sim 10^{-11}$ Erg. Man hat sich daran gewöhnt, von x-Volt Elektronen zu sprechen und die Beschleunigungsspannung x-Volt abgekürzt als Energiemaß zu bezeichnen. In unserer Anordnung stürzen also die Elektronen mit einer Energie von V-Volt auf das Drahtnetz. Ein Teil der Elektronen wird vom Netz aufgefangen, ein Teil fliegt durch die Maschen hindurch. Letztere erreichen, wenn zwischen n und A kein Feld besteht, alle die Elektrode und ergeben einen negativen Strom, der durch das Galvanometer G zur Erde fließt. Durch Anbringung elektrischer Felder zwischen n und A kann man die Energieverteilung der durch das Netz hindurch tretenden Elektronen bestimmen, indem man A negativ gegen n werden läßt. Haben wir z. B. nur 4-Voltstrahlen vor uns, die durch das Netz treten, so muß der am Galvanometer gemessene Elektronenstrom als Funktion einer zwischen n und A gelegten, die Elektronen verzögernden Potentialdifferenz konstant sein, bis A um 4 Volt negativer ist als n. An dieser Stelle muß der Strom plötzlich auf Null absinken, da nunmehr alle Elektronen von A so abgestoßen werden, daß sie nach n zurückfliegen. Bringt man nun ein Gas, in unserm Fall Hg Dampf, zwischen die 3 Elektroden und wählt den Druck so, daß die Elektronen zwischen D und n viele Zusammenstöße mit Atomen machen, dagegen den Abstand nA frei durchfliegen, so kann man durch Aufnahme der Energieverteilungskurve der nach A ankommenden Elektronen feststellen, ob die Elektronen bei den Zusammenstößen mit den Hg-Atomen Energie verloren haben. Wir wollen diese Messung, um uns nicht zu sehr aufzuhalten, nicht durchführen, sondern nur angeben, daß die kinetische Energie der Elektronen, solange die Beschleunigungsspannung V in Quecksilberdampf unter 4,9 Volt bleibt, praktisch die gleiche ist, wie im Vakuum. Was folgt hieraus? Wir haben oben erwähnt, daß die Masse der Elektronen sehr klein ist, verglichen mit der der Hg-Atome; daher wird ein Elektron, das mit kinetischer Energie auf ein Hg-Atom auftrifft, von ihm, solange keine Energie in innere Energie des Atoms übergeht, so reflektiert wie ein ideal elastischer Ball an einer schweren Wand. Das Elektron behält seine kinetische Energie, wird aber aus seiner Flugrichtung abgelenkt. Die Fallbahn der Elektronen wird also durch die Zusammenstöße sehr kompliziert, etwa wie die eines Kügelchens, das über ein mit vielen Nägeln bestecktes schräg stehendes Brett herunterrollt, aber die Energie ist (wegen der großen Masse der Hg-Atome) praktisch die gleiche, die es beim freien Fall erhalten hätte. Der Versuch lehrt also, daß Elektronen mit kinetischer Energie unterhalb 4,9 Volt elastisch mit Hg-Atomen zusammenstoßen. Gehen wir aber ein wenig über die 4,9-Volt-Grenze heraus, so zeigt eine Messung der Energieverteilung der Elektronen, daß nunmehr die Elektronen langsam geworden sind, sie werden durch eine kleine Gegenspannung gehindert, die Platte A zu erreichen. Wir wollen den letzten Versuch vorführen und verfahren dazu so, daß wir zwischen n und A dauernd eine konstante

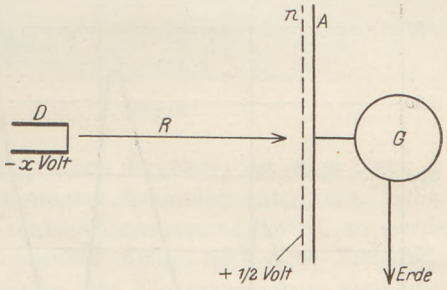


Fig. 1.

kleine Gegenspannung (einige Zehntel Volt) legen; sie dient dazu, um alle Elektronen, die sehr kleine kinetische Energie haben, zu hindern, die Platte zu erreichen. Variieren wir nunmehr die zwischen D und n liegende Beschleunigungsspannung, so wird die Zahl der durch das Netz fliegenden Elektronen ansteigen, und es wird auch die Zahl der Elektronen ansteigen, die A erreichen. Der Strom wächst an, wie Sie am Gang des Galvanometerzeigers sehen (Fig. 2). Bei einer kritischen Spannung, die in unserm Falle bei der am Elektrometer abgelesenen Spannung 4,5 Volt liegt (ich komme auf diese Abweichung gleich zu sprechen), sinkt der Strom jetzt ab bis beinahe auf Null. Bei weiterer Steigerung der Beschleunigungsspannung steigt der Strom wieder, bis er in genauem Abstand von 4,9 Volt vom ersten Maximum wieder absinkt. Das periodische Ansteigen und Absinken im Abstand von 4,9 Volt wiederholt sich, wie Sie sehen, immer wieder, bis allmählich die Maxima und Minima undeutlicher werden[1]).

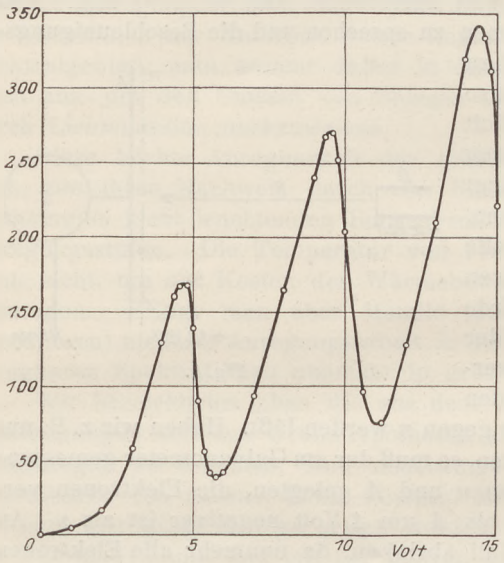


Fig. 2.

Woher kommt die Abweichung des ersten Maximums? Das ist leicht anzugeben; die Elektronen treten mit einer Anfangsgeschwindigkeit aus dem Glühdraht aus, die nicht zu vernachlässigen ist. Ferner wirken auf die Elektronen noch Voltapotentialdifferenzen, die zwischen den Metallen vorhanden sind, ein. Beide Einflüsse ergeben eine Verschiebung der Voltskala als Ganzes, beeinflussen also nicht den Abstand der Maxima voneinander. Wie entsteht die periodische Wiederholung? Das macht man sich am besten an Hand des Diagramms (Fig. 2) klar. Sobald die Elektronen unter kombinierter Einwirkung von Anfangsgeschwindigkeit und angelegter Spannung die kritische Energie erreicht haben, können sie beim Zusammenstoß ihre kinetische Energie in Anregungsenergie der Quecksilberatome umsetzen. Diese kritische Energie (hier 4,9 Volt) erreichen sie beim ersten Maximum direkt am Drahtnetz. Steigern wir die Spannung weiter, so rückt die Zone, in der die 4,9-Volt-Grenze liegt, vom Netz fort in Richtung auf den Glühdraht zu. Verlieren die Elektronen nunmehr in dieser Zone Energie, so können sie auf ihrem weiten Wege zum Netz wieder Energie gewinnen, die sie befähigt, A zu erreichen. Daher wächst der Strom mit wachsender Spannung wieder, bis die Zone des ersten unelastischen Stoßes in die Mitte zwischen D und n gerückt ist, und der zweite unelastische Stoß wiederum in der Nähe des Netzes erfolgt. Entsprechendes wiederholt sich beim dreifachen, vierfachen unelastischen Stoß usw. Wir sehen daher, daß in diesem Falle die Elektronen nicht mehr und nicht weniger als 4,9 Volt Energie an die Hg-Atome abgeben. Rechnen wir uns nach der Gleichung

$$\frac{1}{2} m v^2 = e \cdot V = h \nu$$

die Frequenz ν aus, die beim unelastischen Zusammenstoß von 4,9 Volt-Elektronen mit den Hg-Atomen angeregt werden muß, so kommen wir gerade auf die langwelligste Absorptionslinie des Quecksilberdampfes $\lambda = 2536{,}7$ Å. Wollen wir beweisen, daß die Emission dieser Linie, und zwar nur dieser unter den geschilderten Bedingungen angeregt wird, so brauchen wir unsere Apparatur nur vor den Spalt eines Spektrographen zu setzen. Da 2526,7 Å eine ultraviolette Linie ist, brauchen wir allerdings

[1]) In der beigegebenen Kurve ist die Voltskala korrigiert.

Quarzgefäße. In Fig. 3 sehen Sie das Resultat solcher Aufnahme im Spektrogramm. Außer dem kontinuierlichen Spektrum des Glühdrahtes tritt nur die Linie 2537 Å auf, wie der Vergleich mit dem darunter befindlichen Bogenspektrum des Quecksilberdampfes lehrt.

Auf die verschiedenen Methoden zum Nachweis der höheren Anregungsstufen von Quecksilber und anderen Atomsorten kann ich heute nicht mehr eingehen. Ich möchte nur noch eine Messung der Ionisierungsspannung des Quecksilberdampfes demonstrieren. Wir benutzen dazu dieselbe Anordnung wie vorher. Nur verbinden wir jetzt das Netz mit dem Auffänger direkt, so daß beide zusammen als eine Elektrode wirken. Ferner lassen wir in unserm Heizbad die Temperatur etwas sinken, so daß der Druck des Hg-Dampfes wesentlich geringer wird. Unter diesen Bedingungen werden einige Elektronen auch bei Überschreitung der kinetischen Anregungspotentiale (wegen des kleinen Druckes) an dem Netz mit einer kinetischen Energie ankommen, die der angelegten Spannung entspricht. Sobald diese (plus der Anfangsenergie usw.) gleich der Ionisierungsspannung wird, so werden in der Nähe von Netz und Auffänger einige positive Ionen und neue Elektronen gebildet. Daher muß bei der Ionisierungsspannung der Elektronenstrom zunehmen. (Die Zunahme ist sogar sehr stark, da, wie hier nicht näher auseinandergesetzt werden soll, durch das Auftreten weniger positiver Ionen die negative Raumladung der Elektronenwolke zusammenbricht.) Ich führe den Versuch durch, und Sie sehen, wie in der Gegend von 10 Volt der Strom jäh ansteigt (Fig. 4). Eine genaue Messung ergibt 10,3 Volt als Ionisierungsspannung, ein Wert, der mit dem aus der Serienkonvergenz berechneten genau übereinstimmt. Diese Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, wie die quantenhafte Energieaufnahme, die von der Bohrschen Atomtheorie gefordert wird, sich wirklich nachweisen läßt. Wir wollen nunmehr auf Beispiele von Experimenten zu sprechen kommen, die zeigen, daß nicht nur kinetische Energie bei den Zusammenstößen über den Umweg der Anregung quantenhaft in Lichtenergie umgesetzt werden kann, sondern daß auch der umgekehrte Prozeß und auch der quantenhafte Umsatz von Lichtenergie in chemische Energie mit einfachen Mitteln sich zeigen läßt. Wir wählen dazu einfache Beispiele aus dem Gebiete der Fluoreszenz bzw. Photochemie.

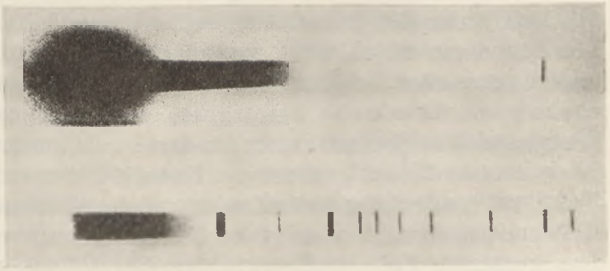


Fig. 3.

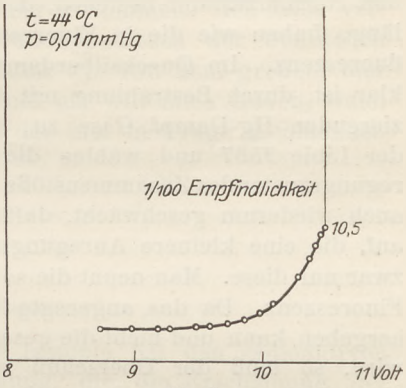


Fig. 4.

Bestrahlen wir ein Gas niedriger Temperatur mit Lichtfrequenzen, die von diesem Gas absorbiert werden, so gehen nach Bohrs Theorie Atome oder Moleküle in angeregte stationäre Zustände über, von denen aus sie unter Ausstrahlung in tiefere Zustände bzw. in den Normalzustand zurückkehren können. Beobachtbar wird dieser Prozeß im allgemeinen nur, wenn der Druck des absorbierenden Gases klein ist, und wenn auch weiter keine anderen Gase höheren Druckes hinzugemischt werden. Als ein bequemes und instruktives Experiment, das auch unschwer mit den auf Schulen verfügbaren Mitteln durchgeführt werden kann, zeige ich hier die Fluoreszenz des Joddampfes bei Bestrahlung mit weißem Licht und auch den Einfluß des Zusatzes von Fremdgasen auf die Stärke der Fluoreszenz. Wir haben hier drei gleiche

Glaskolben, die alle etwas festes Jod als Bodenkörper enthalten. Der Dampfdruck des Jods bei Zimmertemperatur ist etwa $^1/_{10}$ mm Druck. Im ersten Kolben ist alle Luft sorgsam ausgepumpt. Ich halte das Rohr in den Strahlenkegel des Kondensators der Projektionslampe, und man sieht die starke grüne Fluoreszenz. Das zweite Rohr enthält wenige Millimeter Luft. Die Fluoreszenz ist in diesem Falle wesentlich schwächer als im Rohr 1. Schließlich haben wir hier ein Rohr mit Luft von einigen Zentimetern Druck. In ihm ist die Fluoreszenz völlig verschwunden. Vergleichen wir die Absorptionsspektren des Jods unter den verschiedenen Bedingungen, so finden wir, daß der Gaszusatz die Absorption praktisch nicht verändert hat, nur sind die Absorptionslinien sehr wenig breiter geworden. Woher verschwindet aber dann die Fluoreszenz so schnell mit wachsendem Druck des Zusatzgases, wenn die von den Jodmolekülen aufgenommene Energie sich praktisch nicht ändert? Offenbar können die angeregten Moleküle (oder Atome) die aufgenommene Energie außer zur Ausstrahlung auch noch auf andere Weise verwenden, dann nämlich, wenn sie, während sie noch angeregt sind, Zusammenstöße mit andern Atomen oder Molekülen erfahren. Die Anregungsenergie wird in dem gezeigten Falle in Energie der Wärmebewegung umgesetzt. Wir haben also die Umkehrung des Temperaturleuchtens vor uns. Wenn dort Energie der Wärmebewegung in Lichtenergie umgesetzt wurde, so haben wir hier bei Auslöschung des Fluoreszenzlichtes die Überführung von Lichtenergie in Wärmebewegung. Auch dieser Umsatz muß quantenhaft erfolgen. Das läßt sich, wenn auch bisher nicht ganz direkt, beweisen. Wir betrachten dazu, um einfache Verhältnisse zu haben, die einfachste Fluoreszenz einatomiger Gase, nämlich die Fluoreszenz, die durch das erste Glied der Absorptionsserie hervorgerufen wird. Da durch diese Lichtfrequenz nur ein Übergang in den ersten Anregungszustand erfolgt, so kann die Remission nur in dem Übergang in den Normalzustand bestehen, d. h. die anregende Frequenz muß die gleiche Wellenlänge haben wie die in Fluoreszenz auftretende. Man spricht daher von Resonanzfluoreszenz. Im Quecksilberdampf läßt sie sich, was nach dem Vorhergesagten wohl klar ist, durch Bestrahlung mit der Linie 2537 Å erzielen. Setzen wir dem fluoreszierenden Hg-Dampf Gase zu, die kleinere Anregungsstufen besitzen, als diejenige der Linie 2537 und wählen die Drucke so, daß während der Lebensdauer des Anregungszustandes Zusammenstöße erfolgen, so wird die Quecksilber-Resonanzfluoreszenz auch wiederum geschwächt, dafür aber treten alle die Emissionslinien des Zusatzgases auf, die eine kleinere Anregungsarbeit haben als die Quecksilberresonanzlinien, und zwar nur diese. Man nennt die so erzielte indirekte Fluoreszenzanregung sensibilisierte Fluoreszenz. Da das angeregte Hg seine Anregungsenergie nur in seiner Gesamtheit hergeben kann und nicht die gesamte Energie zu Anregung des Stoßpartners verbraucht wird, so muß der Überschuß wiederum in die Wärmebewegung der Stoßpartner übergehen. In diesem Falle läßt sich jedoch die Folgerung aus der Theorie experimentell nachweisen. Nehmen wir z. B. an, daß der Stoßpartner eine Anregungsstufe bei etwa $2^1/_2$ Volt hätte, was einer Wellenlänge von etwa 5000 Å entspricht, dann würde etwa die Hälfte der Anregungsenergie von 2537 Å, d. h. etwa $2^1/_2$ Volt in relative Translationsenergie der Stoßpartner übergehen. Die beiden Atome müssen dann mit einer Geschwindigkeit voneinander fliegen, die diejenige der normalen Temperaturbewegung um ein Vielfaches übersteigt. Deshalb muß das nunmehr angeregte Atom, das $\lambda = 5000$ Å emittiert, diese Frequenz mit einem starken Dopplereffekt aussenden. In der Tat hat sich bei analogen Versuchen dieser Dopplereffekt beobachten lassen.

In die gleiche Kategorie gehören auch die meisten photochemischen Prozesse. Einstein hat frühzeitig für den photochemischen Primärprozeß das photochemische Äquivalentgesetz aufgestellt. Wir können es folgendermaßen ausdrücken. Wird durch Bestrahlung mit Licht der Frequenz ν von einer Substanz die Energie E absorbiert, so werden maximal $N = \frac{E}{h\nu}$ Moleküle photochemisch verändert werden können. Der photochemische Umsatz kann dabei nur dann stattfinden, wenn $h\nu \geqq Q$ ist, wobei wir

mit Q die Wärmetönung der Primärreaktion bezeichnen. Bei vielen photochemischen Prozessen fand man keine Übereinstimmung mit dem Einsteinschen Gesetz. Der Grund liegt darin, daß die primären Reaktionsprodukte weiter reagieren konnten und evtl. zu einer ganzen Kette von Umsätzen führten. Daß bei Ausschluß von Folgereaktionen das Äquivalentgesetz genau die richtige Größe des Umsatzes ergeben kann, ist zuerst von E. Warburg gezeigt worden. Den einfachsten Fall für die photochemische Dissoziation von Gasen bildet die Photolyse. Ein Gas kann hiernach nur dissoziiert werden, wenn Licht absorbiert wird, das der Bedingung $h\nu > D$ gehorcht. Dabei ist aber nicht gesagt worden, daß es dissoziiert werden muß. Wir sahen oben im Fall des Joddampfes, daß auch grünes Licht vom Jod absorbiert und wieder emittiert werden kann, obgleich sein $h\nu$ wesentlich größer als D_{J_2} ist. Erst wenn der Druck des Jods oder der Zusatzgase so groß ist, daß während des Anregungszustandes Zusammenstöße vorkommen, ist in diesem Falle die Möglichkeit des Umsatzes von Anregungsenergie in Dissoziationsenergie gegeben. Dabei ist es nicht nötig, daß das Molekül, das dissoziiert werden soll, selbst das Licht absorbiert. Die Energie kann ihm auch von einem zweiten, nicht an der Reaktion beteiligten angeregten Atom oder Molekül zugeführt werden. Als einfaches Beispiel einer solchen sensibilisierten photochemischen Reaktion betrachten wir zum Schluß die Zerlegung von Wasserstoffmolekülen bei Zusammenstößen mit Quecksilberatomen, die durch Bestrahlung mit der Linie 2537 Å angeregt wurden. Die Anregungsenergie ist im Voltmaß ausgedrückt 4,9, die Dissoziationsarbeit des Wasserstoffmoleküls im gleichen Maße 4,2, also ist $h\nu > D_{H_2}$. In der Tat läßt sich das reichliche Auftreten von Wasserstoffatomen in einem Gemisch mit Hg-Dampf bei Bestrahlung mit 2537 leicht nachweisen. Zu bemerken ist dabei, daß der Wasserstoff selbst für diese Strahlung ganz durchsichtig ist.

Somit sind wir an den Schluß unserer Betrachtung gekommen. Ich habe versucht, Ihnen zu zeigen, daß es möglich ist, die Grundhypothesen der Bohrschen Atomtheorie experimentell zu prüfen. Natürlich konnten wir von dem großen, hier vorliegenden Material nur sehr weniges besprechen und ich will mich freuen, wenn es mir gelungen sein sollte, Ihnen einen Eindruck der hier in Frage kommenden Arbeitsmethoden vermittelt zu haben.

Die Isotopen[1]).

Von **Otto Oldenberg** in Göttingen.

Der Vortrag soll nicht von der Entdeckung der Isotopie bei den radioaktiven Elementen handeln, sondern von der großen Bedeutung, die die Erscheinung der Isotopie für das ganze periodische System der Elemente und damit für unsere Anschauung vom Bau der Materie besitzt.

Die grundlegende Entdeckung geht aus von Beobachtungen an Kanalstrahlen. J. J. Thomson verfeinerte im Jahre 1913 die von W. Wien begründete Methode für die Bestimmung der spezifischen Ladung $\frac{e}{m}$ von Kanalstrahlteilchen, d. h. der im elektrischen Entladungsrohr auftretenden, elektrisch geladenen Atome und Moleküle. Es gelang ihm, auf der vom Kanalstrahl getroffenen photographischen Platte Atomsorten deutlich zu trennen, deren Atomgewicht sich nur um wenige Prozent unterschied. Bei der Untersuchung des Edelgases Neon (chemisches Atomgewicht 20,2) fand er auf seiner Platte neben der erwarteten Spur des Gases mit der spezifischen Ladung $\frac{e}{m} = \frac{1}{20}$ eine schwächere Spur eines Gases mit $\frac{e}{m} = \frac{1}{22}$. Ein Element mit dem

[1]) Vorlesung, gehalten im mathematisch-physikalischen Ferienkursus 1926 der Universität Göttingen.

Atomgewicht 22 existiert jedoch nicht. Das doppelt geladene CO_2-Molekül $\left(\frac{e}{m} = \frac{2}{44}\right)$ ließ sich durch besondere Versuche ausschließen. Das Molekül NeH_2 erschien wegen der chemischen Trägheit der Edelgase ausgeschlossen.

Die Deutung dieser zunächst unerklärlichen Atomart gelang erst 1920 durch die Versuche F. W. Astons. Er verfeinerte die Meßmethode zur Bestimmung der spezifischen Ladung bis zu einer Genauigkeit von wenigen Promille. Während in der früheren Methode die Ablenkung eines möglichst feinen und deshalb sehr schwachen Kanalstrahlbündels untersucht wurde, gelang es Aston zum erstenmal, ein Kanalstrahlbündel von endlicher Öffnung in einer Brennlinie zu konzentrieren. Den großen Fortschritt, der damit erzielt ist, verstehen wir an einem Beispiel aus der Optik: Auch mit einer Lochkamera lassen sich einigermaßen scharfe, wenn auch nur sehr lichtschwache Bilder herstellen, wenn die das Lichtbündel begrenzende Öffnung recht eng gemacht wird. Ein großer Fortschritt in der Schärfe und zugleich in der Intensität wird erzielt, sobald ein Lichtbündel von endlichem Öffnungswinkel durch eine Linse zu einem scharfen Bild konzentriert wird. Die konzentrierende Rolle der Linse spielen im Kanalstrahlversuch Astons geeignet wirkende elektrische und magnetische Felder. Eine auf anderen Gedanken beruhende, ebenfalls sehr erfolgreiche Verfeinerung der $\frac{e}{m}$-Bestimmung veröffentlichte bald nach Aston A. I. Dempster.

Das überraschende Ergebnis Astons ist: Atome mit dem aus der Chemie bekannten Atomgewicht des Neon 20,2 (bezogen auf O = 16) existieren überhaupt nicht. Statt dessen existieren Atome vom Atomgewicht 20,00 und 22,00. Wenn man annimmt, daß es sich hierbei um zwei verschiedene Sorten Neon-Atome handelt und aus dem gemessenen Intensitätsverhältnis 9 : 1 ihrer Kanalstrahlen das mittlere Gewicht der Mischung ausrechnet, erhält man 20,2 in voller Übereinstimmung mit dem chemischen Atomgewicht. Also das für die chemische und spektroskopische Analyse einheitlich erscheinende Gas wird als eine Mischung dieser beiden Atomsorten erkannt. Ebenso ergibt Astons Analyse, daß das Chlor mit dem chemischen Atomgewicht 35,46 gemischt ist aus zwei Atomsorten vom Atomgewicht 35,00 und 37,00. Ganz allgemein ergab die Analyse, die gegenwärtig auf 56 von den 92 Elementen des periodischen Systems ausgedehnt ist, daß alle Atome, deren Atomgewicht von ganzzahligen Werten abweicht, eine Mischung darstellen von zwei oder mehr Atomsorten, deren jede genau ganzzahliges Atomgewicht besitzt. Die Atome mit ganzzahligem Atomgewicht erwiesen sich als einfach Eine einzige Ausnahme wurde erkannt: Wasserstoff mit dem chemischen Atomgewicht 1,008 erwies sich mit Sicherheit als einfach, und auch die Kanalstrahlanalyse zeigte die Abweichung des Atomgewichtes vom ganzzahligen Wert an.

Welche Bedeutung hat diese Entdeckung Astons für unsere Anschauung vom Bau der Materie? Von der Untersuchung der radioaktiven Elemente her ist lange bekannt, daß dasselbe chemische Element mit verschiedenen Werten des Atomgewichts auftreten kann. Z. B. Uran mit der Atomnummer 92 hat das Atomgewicht 238,2 und die Kernladung 92. Also hat es im neutralen Zustand ein Elektronengebäude von 92 Elektronen. Uran ist ein α-Strahler, das heißt, sein Atomkern kann einen Heliumatomkern ausschleudern. Dieser hat das Atomgewicht 4 und die Kernladung 2. Dementsprechend wandelt der Vorgang der α-Strahlung das Uranatom um zu einem Atom vom Atomgewicht 234,2 mit der Kernladung 90. Nun ist aber bereits ein Atom der Kernladung, d. h. der Atomnummer 90 bekannt, das Thorium mit dem Atomgewicht 235,15. Die α-Strahlung führt also zu einem Atom mit derselben Kernladung, also demselben Elektronengebäude und demselben chemischen und spektroskopischen Verhalten, aber abweichendem Atomgewicht. So entsteht in der Radioaktivität durch α-Strahlung, ähnlich auch durch β-Strahlung, eine große Reihe von Elementen, die sich von einem bekannten Element lediglich durch das Atomgewicht unterscheiden. Solche Elemente gleicher Stelle im periodischen System, jedoch mit

verschiedenen Atomgewichten, heißen Isotope (ἴσος τόπος). Insbesondere sind bei Bleiproben verschiedener Herkunft auch mit chemischen Methoden verschiedene Werte des Atomgewichts gefunden.

Astons Entdeckung läßt uns erkennen, daß die Erscheinung der Isotopie keineswegs auf die radioaktiven Elemente beschränkt ist. Vielmehr ist sie eine weit allgemeinere Eigenschaft der Materie.

Grundlegend ist die Erkenntnis von der Ganzzahligkeit der Atomgewichte. Zwar war auch schon vor mehr als 100 Jahren mit den damaligen, weit weniger genauen Ergebnissen der Atomgewichts-Bestimmung die gleiche Behauptung ausgesprochen worden. Bereits 1815 hatte W. Prout diese Ergebnisse durch die Hypothese gedeutet, daß alle Atome aufgebaut sind aus dem gleichen einfachen Baustein, dem Wasserstoffatom, von dessen Gewicht sie Vielfache darstellen. Diese Hypothese hatte aber in späteren Jahren ihre Überzeugungskraft eingebüßt, als mehr und mehr Atomgewichte von nicht ganzzahligem Werte gemessen wurden. Jetzt zeigt uns Astons Entdeckung, daß diese Werte keine grundlegende Eigenschaft der einzelnen Atome darstellen, daß sie vielmehr lediglich durch Mittelbildung aus ganzzahligen Werten zustande kommen. Damit ist die Richtigkeit der Proutschen Hypothese ein Jahrhundert nach ihrer Entstehung überzeugend durchs Experiment bewiesen. Hinzufügen müssen wir nur, um die Werte der Kernladung verständlich zu machen, daß außerdem Elektronen am Aufbau der Atomkerne beteiligt sind. Auf die Kernmasse hat das keinen merklichen Einfluß. Woher die scharfe Konstanz der allermeisten chemischen Atomgewichte, also die Konstanz des Mischungsverhältnisses der Isotopen rührt, wissen wir nicht.

Zu erklären bleibt noch die Ausnahmestellung des Wasserstoffs mit dem Atomgewicht 1,008. Wir verstehen sie durch Vergleich mit dem nächst schwereren Element Helium mit dem Atomgewicht 4,00. Der Heliumkern ist ein außerordentlich stabiles Gebilde, so fest gefügt, daß er, begabt mit großer Geschwindigkeit, als α-Strahl andere Atomkerne zertrümmern kann. Mit anderen Worten, eine etwa mögliche Zerlegung des Heliumkerns in vier Wasserstoffkerne und zwei Elektronen (die wir um der Kernladung 2 des Heliums willen annehmen müssen) ist nur mit außerordentlich großer Energiezufuhr denkbar. Ein Ergebnis der Relativitätstheorie hilft dem Verständnis weiter, die Äquivalenz von Energie und Masse: Z. B. der bewegte Körper hat mehr Masse als der ruhende; allgemeiner: mit der Zuführung von Energie wächst auch die Masse. Deshalb erscheint uns das energiereiche Gebilde — vier Wasserstoffkerne und zwei Elektronen, alle von einander getrennt — schwerer als das energiearme, der Heliumkern. In dieser Auffassung ist uns die Abweichung des Wasserstoff-Atomgewichts von 1 unmittelbar ein Maß für den gewaltigen, zur Zertrümmerung eines Heliumkerns nötigen Energieaufwand.

Als Ergebnis erkennen wir, daß die alte Vorstellung vom Bau der Materie aus 92 wesensverschiedenen Atomarten der neuen, einfachen, durchs Experiment begründeten Platz macht: Alle Materie besteht aus zwei Bausteinen, dem Wasserstoffkern und dem Elektron.

Nachtrag (Nov. 1927): In einer neu erschienenen Arbeit gelingt es Aston, die Genauigkeit seiner Massenbestimmung zu verzehnfachen. Er findet nunmehr für sämtliche untersuchten Atomgewichte winzige Abweichungen vom Gesetz der Ganzzahligkeit. Diese Abweichung zeigt eine so einfache Abhängigkeit von der Atomnummer, daß ihr Betrag auch für die nicht untersuchten Elemente durch Interpolation gefunden werden kann. Die Deutung ist unzweifelhaft dieselbe wie für die besprochene Abweichung beim Wasserstoff: der im Kern aufgespeicherte Energievorrat bewirkt vermöge der Äquivalenz von Energie und Masse die Änderung des Atomgewichts. Deshalb läßt sich aus dieser neuen Entdeckung Astons die Bildungsenergie der Kerne, von der wir bisher keine Kenntnis hatten, herleiten, und zwar mit einem Schlage für sämtliche Elemente.

Literatur: F. W. Aston „Isotope“, übersetzt von E. Norst-Rubinowicz, Leipzig 1923.

Kleine Mitteilungen.

Eine hydraulische Presse für Wasserleitungsanschluß.

Von H. Starke in Aachen.

In der Aachener Gauverbandssitzung der Physikalischen Gesellschaften vom 28. Februar 1926 zeigte ich das in unserer Werkstatt angefertigte Modell einer kleinen hydraulischen Presse, mit welcher ein vorhandenes Druckwasser- oder Preßgasreservoir, z. B. die Wasserleitung, zur Hervorbringung einer ziemlich erheblichen pressenden Kraft ausgenutzt werden kann. Der Wasserleitungsdruck steht, wie etwa auch die Spannung des elektrischen Leitungsnetzes jedem kostenlos zur Verfügung. Da die Presse sich für Laboratoriums- und Vorlesungszwecke gut bewährt hat, und da sie außerdem recht einfach und billig herstellbar ist, so gebe ich hier eine kurze Beschreibung.

Abgesehen von dem notwendigen kräftig gebauten Rahmen, das ist zwei Platten und vier Säulen, besteht sie nur aus einem kurzen beiderseits offenen Rohrstück von größerem Querschnitt (Durchmesser 40 cm, Länge 20 cm), dem in ihm gleitenden Kolben aus Hartholz, der nicht dicht anzuschließen braucht, und einem kreisrunden Gummisack gleichen Durchmessers, dessen Seitenwandung zwecks größerer Ausdehnungsmöglichkeit balgartig gefaltet ist. Der Sack wird mittels eines Zuführungsschlauches an die Wasserleitung angeschlossen und treibt bei seiner Ausdehnung den Kolben vor sich her gegen das zu pressende Objekt. Bei 40 cm Kolbendurchmesser und 3 Atmosphären Leitungsdruck drückt der Kolben mit einer Kraft von $3\,\pi \cdot 20^2$ kg = rund 4 tons, welche für die üblichen Vorlesungsversuche, z. B. Durchbrechen kurzer dicker Holzklötze u. a. m., bei weitem ausreicht.

Die Presse wird von der Firma E. Leybolds Nachfolger, Köln a. Rh. hergestellt.

Physikalisches Institut der Technischen Hochschule Aachen.

Messungen mit der zweipoligen magnetischen Wage.

Von K. Grünholz in Würzburg (Oberrealschule).

I. In dieser Zeitschrift (1920; S. 96) hat Kleiber nachgewiesen, daß die zweipolige magnetische Wage ein besseres Produkt $m \cdot m' = P \cdot r^2$ ergeben muß als die einpolige. Diese Überlegung ist eine gute Übung zum Coulombschen Gesetz auf der Oberstufe; ihr Grundgedanke läßt sich schon auf der Unterstufe zeichnerisch darlegen. Wir bauten demnach solche Wagen aus 40 cm langen Stahlstricknadeln. Sie wurden durch Streichen an einem starken Elektromagneten magnetisiert. Um die Achse (eine Nähnadel) zu befestigen, schoben wir über die Stahlnadel einen 1 cm dicken, zylindrischen Kork. Als Lager dienen zwei Stückchen einer 2 mm weiten Glasröhre. Diese Polwage ist genügend stabil, so daß ihr Ausschlag als Maß für die wirkende Kraft dienen kann und das umständliche Reiteraufsetzen sich erübrigt. In einem Vorversuch legen wir auf den einen markierten Pol Reiter von 10, 20, 30, 40 mg Gewicht und stellen die zugehörigen Ausschläge am Spiegelmaßstab fest. Dadurch ist die Polwage geeicht. Bringt man die Achse geeignet an, so ergeben 10 mg einen Ausschlag von 0,80 bis 1,00 cm, so daß also noch 1 mg = 0,98 Dyn sicher durch Interpolation bestimmt werden kann. Bringt man nun den Pol einer zweiten

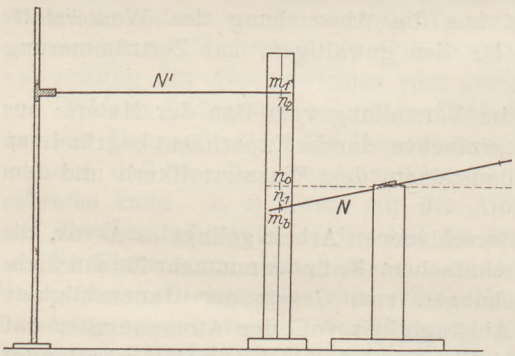


Fig. 1.

gleichen Nadel dem gleichnamigen der ersten gegenüber (Fig. 1), so bestimmen die Ablesungen n_1 und n_2 die Polentfernung (r), während die Ablesungen n_0 (= Ruhelage) und n_1 die wirkende Kraft (P) festlegen. Wir erhielten für 3 Nadeln folgende Ergebnisse:

Bewegliche Nadel	Feste Nadel	r verändert zwischen cm	$m \cdot m' = P \cdot r^2$					Mittel $m \cdot m'$
1	2	16,30 u. 9,83	24,10	24,60	25,00	24,30	25,10	$m_1 \cdot m_2 = 24{,}60$ Dyn · cm²
1	3	17,04 u. 10,57	20,30	20,20	20,10	20,10	19,10	$m_1 \cdot m_3 = 20{,}00$ „
2	1	16,60 u. 9,91	26,00	26,20	26,90	26,00	25,20	$m_2 \cdot m_1 = 26{,}10$ „
2	3	16,40 u. 10,84	26,30	25,20	25,80	25,50	25,90	$m_2 \cdot m_3 = 25{,}60$ „
3	1	14,77 u. 8,93	20,40	19,40	20,40	21,20	20,30	$m_1 \cdot m_3 = 20{,}30$ „
3	2	14,94 u. 9,11	26,60	26,80	26,50	25,90	—	$m_2 \cdot m_3 = 26{,}30$ „

Aus diesen Mittelwerten und solchen aus anderen Versuchsreihen folgen die Polstärken der 3 Nadeln (vgl. GRIMSEHL, 2. Bd., 3. Aufl., S. 4):

$$m_1 = 46{,}1 \text{ P.E.}; \quad m_2 = 57{,}7 \text{ P.E.}; \quad m_3 = 46{,}4 \text{ P.E.}$$

II. Will man mit diesen Nadeln nach dem Ablenkungsversuch (vgl. GRIMSEHL, 2. Bd., 3. Aufl., S. 26) die Horizontalintensität $\mathfrak{H}_H$ (angenähert) bestimmen, so hängt man die Nadel am besten nach dem Vorschlag von REUSSNER (ds. Zeitschr. 1907, S. 172) an einem $\sim$ 1 m langen Kokonfaden auf, an dessen unterem Ende ein Messingträger angebracht ist (Fig. 2). Man kann dann Kork und Achse mit der Nadel zusammenlassen. Wir erhielten mit den obigen 3 Nadeln folgende Werte ($\mathfrak{H}_H = \frac{m_f}{2\,r^2}$, wobei m_f die Polstärke der festen Nadel ist):

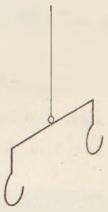


Fig. 2.

Aufgehängte Nadel (m_b)	Feste Nadel (m_f)	m_f (P.E.)	r (cm)	$\mathfrak{H}_H$ (Gauß)
1	2	57,7	15,3	0,123
1	3	46,4	14,2	0,115
2	3	46,4	14,7	0,108
2	1	46,1	14,8	0,106
3	2	57,7	15,5	0,120
3	1	46,1	14,3	0,113

Mittel: $\mathfrak{H}_H = 0{,}114$ Gauß.

III. Mit dem vorhergehenden Versuchsgerät kann man nun auch das BIOT-SAVARTsche Gesetz finden, und zwar mit der Versuchsanordnung, die man gewöhnlich dem ÖRSTEDschen Versuch gibt (vgl. Fig. 3). Der Stromleiter ist ein 1,5 m langer und 2 mm dicker, blanker Kupferdraht, der von zwei HOLTZschen Fußklemmen horizontal im magnetischen Meridian gehalten wird. In derselben vertikalen Ebene wird die bewegliche Magnetnadel N an einem Kokonfaden wie bei II aufgehängt und dafür gesorgt, daß Nadel und Draht überall den gleichen Abstand ϱ haben. Fließen durch den Stromleiter J Amp., so wird die Nadel n aus der Nord-Süd-Richtung abgelenkt. Diese Ablenkung machen wir rückgängig, indem wir eine zweite (feste) Nadel N' mit dem gleichnamigen Pol nähern, bis die Nadel n wieder ihre Nullstellung einnimmt. Ist die Polentfernung für diesen Fall r cm, so

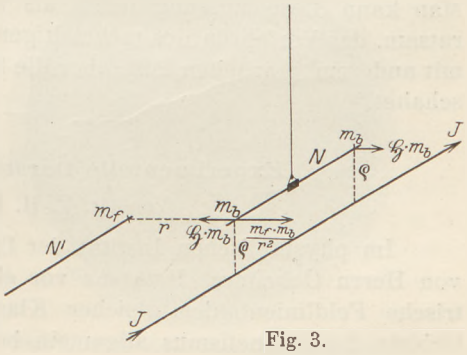


Fig. 3.

ist die rücktreibende Kraft $\frac{m_f \cdot m_b}{r^2}$ Dyn. Diese hält einem Kräftepaar von der Größe $\mathfrak{H} \cdot m_b$ das Gleichgewicht, wobei $\mathfrak{H}$ die Feldstärke des Stromleiters in der Entfernung ϱ ist. Es gilt also die Gleichgewichtsbedingung: $\frac{m_f \cdot m_b}{r^2} = 2\,\mathfrak{H} \cdot m_b$, aus welcher $\mathfrak{H} = \frac{m_f}{2\,r^2}$ folgt. Wir erhielten mit der obigen Nadel 3 als beweglicher und der Nadel 2 als fester Nadel folgende Ergebnisse:

	J	5,0	10,0	15,0	Amp.
$\varrho = 16{,}56$ cm;	$\mathfrak{H}$	0,0542	0,111	0,167	Gauß
	$\mathfrak{H} : J$	0,0108	0,0111	0,0111	$\frac{\text{Gauß}}{\text{Amp.}}$
	J	4,0	8,0	12,0	Amp.
$\varrho = 12{,}98$ cm;	$\mathfrak{H}$	0,0600	0,125	0,190	Gauß
	$\mathfrak{H} : J$	0,015	0,016	0,016	$\frac{\text{Gauß}}{\text{Amp.}}$
	J	3,0	6,0	9,0	Amp.
$\varrho = 7{,}58$ cm;	$\mathfrak{H}$	0,076	0,162	0,257	Gauß
	$\mathfrak{H} : J$	0,025	0,027	0,029	$\frac{\text{Gauß}}{\text{Amp.}}$

Der Zusammenhang zwischen $\frac{\mathfrak{H}}{J}$ und ϱ wird aus folgender Zusammenstellung erkannt:

ϱ	16,56	12,98	7,58	cm
$\mathfrak{H} : J$	0,011	0,016	0,027	$\frac{\text{Gauß}}{\text{Amp.}}$
$\frac{\mathfrak{H}}{J} \cdot \varrho$	0,19	0,20	0,21	$\frac{\text{Gauß}}{\text{Amp.}} \cdot \text{cm}$

Es ergibt sich also das Biot-Savartsche Gesetz:

$$\frac{\mathfrak{H}}{J} \cdot \varrho = 0{,}20 \quad \text{oder} \quad \mathfrak{H} = 0{,}20 \cdot \frac{J}{\varrho} \text{ (Gauß).}$$

Man kann diese Messung leicht als Schülerversuch ausführen lassen. Dabei ist es ratsam, das Verfahren des mehrseitigen Angriffs anzuwenden, indem man jede Gruppe mit anderem ϱ arbeiten läßt, aber die Stromleiter der einzelnen Gruppen hintereinander schaltet.

Experimentelle Darstellung elektrischer Kraftlinien.

Von Dr. E. H. L. Meyer in Freiburg i. Br.

Im physikalischen Institut der Universität Freiburg i. Br. sind auf Veranlassung von Herrn Geheimrat Himstedt vor einigen Jahren Versuche gemacht worden, elektrische Feldlinienbilder gleicher Klarheit und Güte herzustellen, wie sie aus dem Gebiete des Magnetismus allgemein bekannt sind. Von der gesuchten Methode wurde

dabei gefordert, daß die Bilder rasch und sicher entstehen, daß sie ferner einem großen Auditorium durch Projektion gezeigt werden können. Von den dafür bewährten älteren Methoden sei hier nur die von MIE erwähnt, die in dieser Zeitschrift, Band 19,

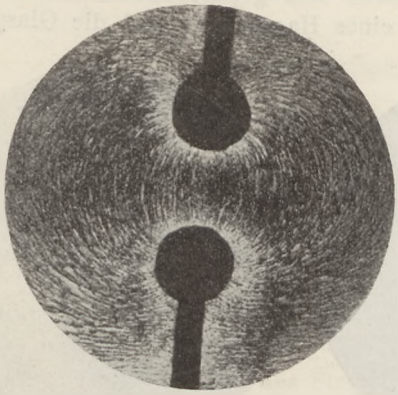


Fig. 1. Feld zwischen zwei ungleichnamig aufgeladenen Kugeln.

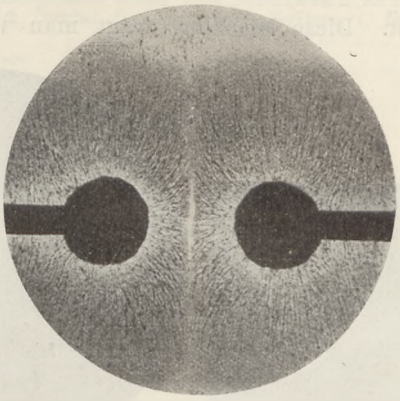


Fig. 2. Feld zwischen zwei gleichnamig aufgeladenen Kugeln.

1906 (S. 154 bis 156) veröffentlicht ist. Die Feldlinienbilder sind dort der Projektion wegen auf Glasplatten hergestellt, auf die die betreffenden Leiter aus Stanniol aufgeklebt werden. Diese Platten werden mit Rutil bestreut, das sich seiner hohen Dielektrizitätskonstante wegen besonders bewährt (besser als beispielsweise Sägemehl und Gips). Die Kraftlinienbilder werden so hergestellt, daß man die Platte erst bestreut, darauf die Leiter mit einer geladenen Leidener Flasche verbindet (etwa 3000 Volt Spannung) und dann mit einem Glasstäbchen leise klopft. Die Teilchen orientieren sich und werden gleichzeitig so verschoben, daß an den Stellen des stärksten Feldes auch ihre Anzahl am größten ist. Es ist somit nicht nur der Verlauf der Feldlinien leicht zu erkennen, darüber hinaus erhält man auch aus der Dichte der Packung, in der die Teilchen an den verschiedenen Stellen des Feldes liegen, einen Eindruck von der Feldstärke in den verschiedenen Abständen von den Leitern.

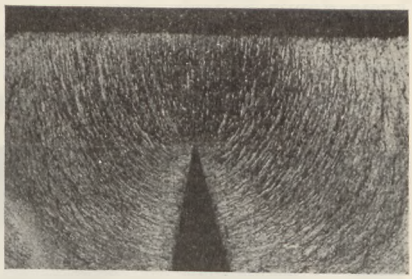


Fig. 3. Feld zwischen Spitze und Platte.

Diese Glasplatten, auf die die Leiter aus Stanniol mittels Schellack aufgeklebt sind, kommen auch bei der neuen Methode zur Verwendung. Die Zuleitung zu den

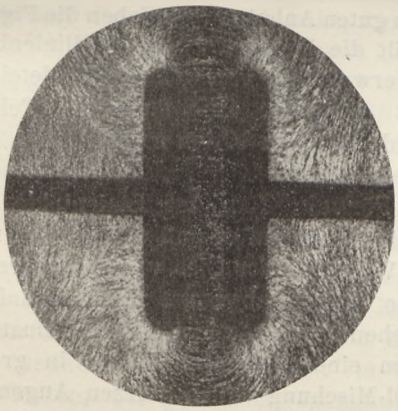


Fig. 4. Feld eines Plattenkondensators.

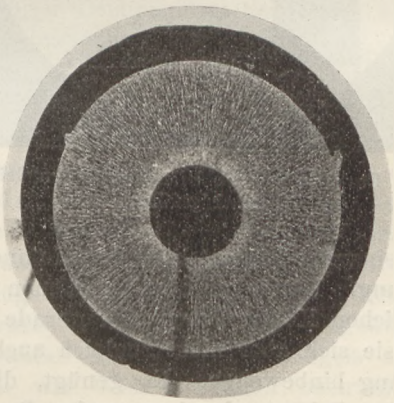


Fig. 5. Feld eines Kugelkondensators.

Leitern geschieht durch federnde Drahtbügel, wie sie als Schatten auf verschiedenen der nebenstehenden Figuren sichtbar sind. Als Spannungsquelle wird eine kleine Influenzmaschine benutzt. Statt des Rutils ist eine Mischung von reinem, wasserfreiem Paraffinöl mit nach besonderem Verfahren fein gepulverter Tierkohle verwandt. Diese Mischung trägt man vermittels eines Haarpinsels auf die Glasplatte

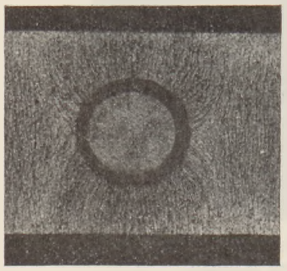


Fig. 6. Hohlkugel im Feld eines Plattenkondensators.

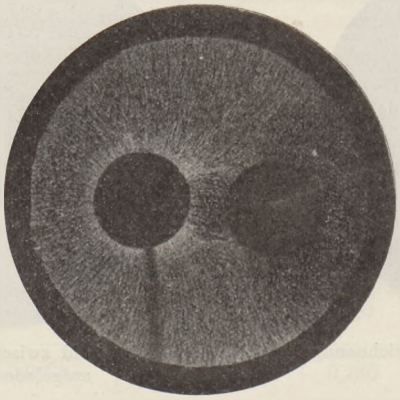


Fig. 7. Kugel im Feld eines Kugelkondensators (Influenz).

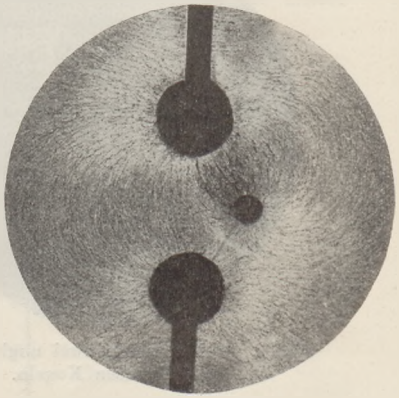


Fig. 8. Geladene Kugel im Feld zweier ungleichnamig geladenen Kugeln.

derart auf, daß die Zwischenräume zwischen den Stanniolbelegungen in weitem Umkreis damit bedeckt sind.

Die Tierkohle muß so gepulvert werden, daß man längliche Teilchen von etwa $^1/_{10}$ Millimeter Länge erhält. Dies wird dadurch erreicht, daß man das in allen Drogerien erhältliche, grobkörnige Präparat mittels einer Holzwalze oder besser zwischen zwei ebenen festen Platten derart zerreibt, daß immer nur in der einen Richtung gewalzt wird.

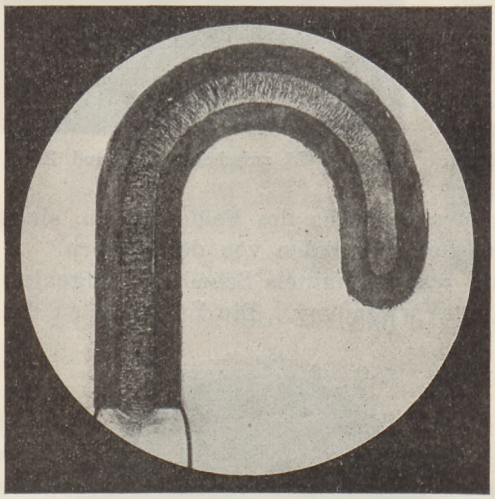


Fig. 9. Das elektrische Feld längs eines Stromleiters (Potentialgefälle).

Reines, handelsübliches Paraffinöl läßt sich bequem dadurch vollends trocknen, daß man einige Stücke metallischen Natriums einbringt und es so aufbewahrt. Es ist dann immer trockenes Öl zur Hand, das sehr gut isoliert. Es soll möglichst farblos sein.

Das geeignete Mengenverhältnis zwischen Paraffinöl und Kohleteilchen ist Sache der Erfahrung, die leicht erworben wird. Einen guten Anhaltspunkt geben die Figuren. Es gilt die Regel, daß die Feldlinienbilder bei Verwendung von wenigen Kohleteilchen leicht gelingen, daß zu viele Teilchen leitende Brücken bilden zwischen den Feldkörpern.

Für die Güte der Linienbilder und zugleich auch dafür, daß viele Bilder rasch nacheinander hergestellt werden können, ist die Viskosität des Öles von besonderer Bedeutung. Durch gelindes Erwärmen muß sie so weit herabgesetzt werden, daß die länglichen Kohleteilchen sich gerade leicht drehen und rasch im Felde einstellen, daß sie sich aber nicht zugleich auch zu Stellen eines stärkeren Feldes in großem Umfang hinbewegen. Es genügt, die Kohle-Öl-Mischung einen kurzen Augenblick auf das Gehäuse der brennenden Bogenlampe zu stellen.

Was die Methode leistet, zeigen die Figuren. Die projizierten Bilder sind noch bedeutend besser. Die Firma E. Leybolds Nachfolger Köln a. Rh. hat es übernommen, von den photographischen Aufnahmen, die diesen Figuren zugrunde liegen, Diapositive herzustellen.

Physikalisches Institut der Universität Freiburg i. Br.

Zur Wirkungsweise des sogenannten Radiometers.

Von **H. Kröncke** in Berlin.

Das Radiometer, ein stark luftverdünntes Glasgefäß mit einem leicht drehbaren Flügelrädchen, dessen Flügel auf der einen Seite berußt, dagegen auf der anderen Seite metallisch blank sind, sollte ursprünglich zum Nachweis des „Strahlungsdruckes" dienen. Daß dieses kleine Instrument nicht den eigentlichen theoretisch zu erwartenden Strahlungsdruck anzeigt, geht schon daraus hervor, daß der Strahlungsdruck auf der spiegelnden Seite auftreten würde, dagegen nicht auf der absorbierenden schwarzen Seite. Unter der Wirkung des Strahlungsdruckes müßte sich also das Rädchen so drehen, daß die schwarze Seite voranläuft, während in Wirklichkeit sämtliche käuflichen Radiometer sich in umgekehrter Richtung drehen.

Der Grund hierfür ist schon seit längerer Zeit bekannt. Durch die einfallende Strahlung wird die schwarze Seite der Scheibchen wärmer als die spiegelnde Seite, und es wird ein dauernder Temperaturabfall trotz der geringen Stärke des Blättchens aufrecht erhalten. Die im Radiometer enthaltenen Luftteilchen, die auf die Flügel auftreffen, werden auf der wärmeren Seite, wo die Atome in stärkerer Wärmebewegung begriffen sind, kräftiger zurückgestoßen, als auf der spiegelnden Seite, daher dreht sich das Radiometer mit der spiegelnden Fläche voran. Würde man jedoch das Radiometer genügend luftleer machen können, so daß nicht mehr Luftteilchen in nennenswerter Zahl auf die Flügel des Rädchens treffen, so würde diese Wirkung aufhören, und dann erst würde sich der eigentliche Strahlungsdruck dadurch bemerkbar machen, daß sich das Rädchen mit der schwarzen Seite voran in Umdrehung setzte.

Dieses ist allerdings nur mit besonders gut wirkenden Pumpen und unter Beobachtung aller Vorsichtsmaßregeln zu erreichen. Dagegen kann man durch folgenden einfachen Versuch nachweisen, daß die obige bekannte Erklärung für die Wirkungsweise des normalen Radiometers richtig ist.

Erwärmt man nämlich das Radiometer vorsichtig, indem man es etwa 20 cm über einer Bunsenflamme fortwährend dreht, bis die Glaswände eine Temperatur von schätzungsweise 80^0 angenommen haben, und stellt man dann das Radiometer auf, so dreht es sich im entgegengesetzten Sinne wie sonst üblich. Daß nicht irgendwelche Strahlung, die auf das Radiometer trifft, die Ursache dieser Drehung ist, kann man sehr leicht dadurch feststellen, daß man das etwa vorhandene Licht ausschaltet: die Drehung setzt sich unvermindert fort, oder wird sogar noch schneller, läßt aber allmählich nach, bis schließlich das Radiometer stehen bleibt, um sich dann bei einfallender Strahlung wieder in der üblichen Richtung zu drehen.

Die Erklärung dieser Umkehrung der Drehungsrichtung ergibt sich aus der starken Wärmestrahlung des schwarzen Körpers. Wie in der Schule häufig mit dem Leslie-Würfel nachgewiesen wird, ist die Wärmestrahlung eines schwarzen Körpers bedeutend stärker als die eines weißen oder metallisch blanken Körpers von gleicher Temperatur. Der erwärmte Radiometerflügel strahlt also im wesentlichen nur nach der schwarzen Seite aus, d. h. die schwarze Seite wird stärker abgekühlt als die blanke Seite, und es wird ein Temperaturabfall im Innern des Flügels aufrecht erhalten, der genau entgegengesetzt verläuft wie beim normalen bestrahlten Radiometer. Die blanke Seite ist jetzt also heißer, die auftreffenden Luftteilchen

werden von hier stärker zurückgeworfen als auf der schwarzen Seite, daher dreht sich das Radiometer jetzt mit der schwarzen Seite voran. Der Versuch, der sehr einfach auszuführen ist, bietet also zugleich ein hübsches Beispiel für die Wärmestrahlung des schwarzen Körpers.

Die neue Formelzeichenliste des AEF.

Von **J. Wallot** in Berlin-Siemensstadt.

Der AEF hat in seiner Sitzung am 13. 2. 1926 den schon früher veröffentlichten Entwurf der Formelzeichen nach Ausscheidung der zur Zeit noch nicht zur Annahme reifen Vorschläge in der nachstehenden Form endgültig angenommen.

Der größte Teil der in der Liste stehenden Formelzeichen gehört zu wichtigen physikalischen und chemischen Grundgrößen, ohne die der Unterricht auch in den Mittelschulen nicht auskommen kann; einer besonderen Erläuterung bedürfen diese Größen nicht.

Ein kleinerer Teil der Zeichen betrifft jedoch Größen, die im elementaren Unterricht seltener verwendet werden; zu ihnen sollen im folgenden einige erklärende Bemerkungen gemacht werden.

1. Dehnung und Elastizitätsmodul, Schiebung und Schubmodul. Ein Stab werde durch eine in Richtung seiner Achse wirkende Kraft P (Fig. 1) gedehnt. Dabei werde seine Länge l um das Stück Δl vergrößert, und in einem Querschnitt F entstehe eine zu diesem senkrechte („normale") Spannung σ. Dann heißt $\Delta l/l$ „relative Dehnung" ε; das Verhältnis der geweckten Normalspannung σ zu der relativen Dehnung ε wird „Elastizitätsmodul" E genannt:

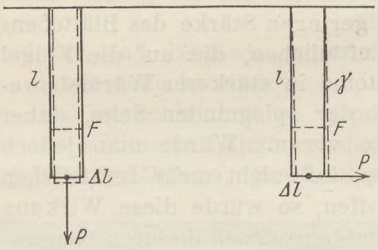


Fig. 1. Fig. 2.

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}.$$

Der Stab kann aber auch durch eine senkrecht zu seiner Achse gerichtete „Schubkraft" oder „scherende Kraft" P (Fig. 2) beansprucht werden, so daß er nicht seine Länge, sondern seine Gestalt ändert. Dabei werde seine untere Grenzfläche gegen die obere, die in Ruhe bleibt, um eine Strecke Δl verschoben, und in einem Querschnitt F entstehe eine in diesen hineinfallende („tangentiale") Spannung τ. Dann heißt das Verhältnis $\Delta l/l$, das sehr nahe gleich dem Winkel γ gesetzt werden kann, um den die Achse des Stabes gedreht wird, „Schiebung" oder „Gleitung"; das Verhältnis der tangentialen Spannung τ zu der Schiebung γ wird „Schubmodul" G genannt:

$$G = \frac{\tau}{\gamma}.$$

2. Richtvermögen. Die Größe „Richtvermögen", für die das Zeichen D angenommen ist, ist dieselbe Größe, die bis jetzt meist als „Direktionskraft" bezeichnet wird. Wird ein Körper etwa durch eine Feder in einer Gleichgewichtslage gehalten, so ist die durch eine Verschiebung s des Körpers aus der Gleichgewichtslage geweckte elastische Kraft P der Größe s angenähert proportional: $P = Ds$. Die Feder „vermag" den Körper, wenn er verschoben wird, in die Gleichgewichtslage „zurückzurichten"; Ausdruck für dieses Vermögen ist die Proportionalitätskonstante D, die deshalb als Richtvermögen bezeichnet wird. Ähnlich ist z. B. bei einer Stromspule, die an einem Faden aufgehängt ist, das durch eine Verdrehung geweckte in die Gleichgewichtslage zurückrichtende Moment dem Ausschlag α proportional: $M = D\alpha$. Auch hier hat die Konstante D die Bedeutung eines Richtvermögens.

Das Wort Richtvermögen ist an Stelle des Wortes Direktionskraft vor allem deshalb gewählt worden, weil die Größe D der Dimension nach in keinem der beiden erwähnten Fälle eine Kraft ist.

Formelzeichen

DIN 1304

Die aufgeführten Benennungen der Größen sind keine Vorschrift, sondern dienen im wesentlichen der Erläuterung der Formelzeichen. Die bei einigen Größen in Klammern zugefügten Beziehungen dienen ebenfalls nur zur Erläuterung. Die Angaben der Liste sind grundsätzlich frei von Bestimmungen über die gewählten Einheiten.

Länge, Fläche, Raum, Winkel

l Länge
r Halbmesser
d Durchmesser
λ Wellenlänge
* h Höhe
* s Weglänge
ε Relative Dehnung ($\Delta l/l$)
μ Verhältnis der Querkürzung zur Längsdehnung (Poissonsche Zahl)
F Fläche (Querschnitt, Oberfläche)
α, β, γ Winkel
φ Voreilwinkel, Phasenverschiebung
γ Schiebung (Gleitung)
ω Raumwinkel
V Rauminhalt, Volumen

Masse

m Masse
* v Räumigkeit (spezifisches Volumen, V/m)
J Trägheitsmoment ($\int r^2 \mathrm{d}s$, $\int r^2 \mathrm{d}F$ oder $\int r^2 \mathrm{d}m$)
C Zentrifugalmoment ($\int xy\, \mathrm{d}m$)
* A Atomgewicht
* M Molekulargewicht
* n Wertigkeit
* N Allgemeine Loschmidtsche Konstante (Avogadrosche Konstante)
* c Konzentration
* v Verdünnung

Zeit

t Zeit (Zeitpunkt oder Zeitdauer)
T Periodendauer
n Umlaufszahl, Drehzahl (Zahl der Umdrehungen in der Zeiteinheit)
n Schwingungszahl (in der Zeiteinheit)
f Frequenz (bei Wechselgrößen)
ω Kreisfrequenz ($2\pi f$)
v Geschwindigkeit
g Fallbeschleunigung
ω Winkelgeschwindigkeit

Kraft und Druck

P Kraft
M Moment einer Kraft (Kraft × Hebelarm)
* D Richtvermögen (P/s oder M/α)
p Druck (Kraft und Fläche)
* b Barometerstand
σ Zug- oder Druckspannung (Normalspannung)
τ Schubspannung, Scherspannung
E Elastizitätsmodul
G Schubmodul
μ Reibungszahl
* η Zähigkeit (gewöhnliche)

Temperatur

t Temperatur, vom Eispunkt aus
ϑ Temperatur, bei Zusammentreffen mit Zeit
T Temperatur, absolute
* α Längsausdehnungszahl $[(\mathrm{d}l/\mathrm{d}t) : l_0]$
* γ Raumausdehnungszahl $[(\mathrm{d}V/\mathrm{d}t) : V_0]$

Wärmemenge, Arbeit, Energie

Q Wärmemenge
A Arbeit
W Energie
* l Latente Wärme
* q Reaktionswärme
r Verdampfungswärme
H Heizwert (W/m oder W/V)
c Spezifische Wärme
c_p Spezifische Wärme bei konstantem Druck
c_v Spezifische Wärme bei konstantem Volumen
* $\varkappa$ Verhältnis der spezifischen Wärmen (c_p/c_v)
S Entropie
N Leistung (A/t)
* R Gaskonstante
η Wirkungsgrad
J Arbeitsweit der Kalorie

Elektrizität und Magnetismus

Q Elektrizitätsmenge
* e Elementarladung
* F Äquivalentladung
* $\mathfrak{E}$ Elektrische Feldstärke
* U Elektrische Spannung
E Elektromotorische Kraft
I Elektrische Stromstärke
R Elektrischer Widerstand
ϱ Spezifischer Widerstand
G Elektrischer Leitwert ($1/R$)
* $\varkappa$ Elektrische Leitfähigkeit ($1/\varrho$)
* α Dissoziationsgrad
$\mathfrak{D}$ Verschiebung
ε Elektrisierungszahl
C Elektrische Kapazität
$\mathfrak{H}$ Magnetische Feldstärke
* V Magnetische Spannung
* z Leiterzahl
* w Windungszahl
$\mathfrak{B}$ Magnetische Induktion
μ Permeabilität ($\mathfrak{B}/\mathfrak{H}$)
Φ Magnetischer Induktionsfluß
$\mathfrak{J}$ Magnetisierungsstärke ($\mathfrak{B} - \mu_0 \mathfrak{H}$)
$\varkappa$ Magnetische Aufnahmefähigkeit (Suszeptibilität, $\mathfrak{J}/\mathfrak{H}$)
L Induktivität (Koeffizient der Selbstinduktion)
M Gegeninduktivität (Gegenseitiger Induktionskoeffizient)
* $\mathfrak{S}$ Poyntingscher Vektor (Strahlungsdichte)

Licht

* c Lichtgeschwindigkeit
n Brechungszahl eines Stoffes gegen Luft
f Brennweite
* Φ Lichtstrom ($J \cdot \omega$)
* E Beleuchtungsstärke (einer beleuchteten Fläche) (Φ/F)
* e Leuchtdichte (einer leuchtenden Fläche) (J/F)
* Q Lichtmenge ($\Phi \cdot t$)
J Lichtstärke

* Diese Zeichen sind neu aufgenommen.

Deutsche (Fraktur-) Buchstaben werden als Formelzeichen nur für Größen verwendet, die Vektoreigenschaft besitzen können. Soll die Vektoreigenschaft einer Größe hervorgehoben werden, so wählt man den Frakturbuchstaben oder überstreicht das Formelzeichen, z. B. $\overline{\omega}$. Der Betrag eines Vektors kann durch das Formelzeichen in Kursivschrift oder griechischer Schrift oder das von senkrechten Strichen eingeschlossene Vektorzeichen dargestellt werden. Vgl. Satz X Vektorzeichen.

3. Reibungszahl und Zähigkeit (gewöhnliche). Unter Reibungszahl ist bei festen Körpern das Verhältnis des Reibungswiderstandes zu der Druckkraft zu verstehen, mit der die geriebenen Flächen in Richtung der Flächensenkrechten aufeinander gepreßt werden. Die Zähigkeit dagegen ist eine Eigenschaft der Flüssigkeiten und bedeutet das Verhältnis der durch ein Geschwindigkeitsgefälle hervorgerufenen tangentialen Spannung zu diesem Gefälle. Der Zusatz „gewöhnliche" soll darauf hinweisen, daß nicht die sogenannte „kinematische" Zähigkeit gemeint ist, die bei Strömungsvorgängen in Gasen und Dämpfen eine große Rolle spielt und unter der man den Quotienten aus der gewöhnlichen Zähigkeit und der Dichte versteht.

4. Spannung und elektromotorische Kraft. Diese beiden wichtigen elektrischen Größen haben verschiedene Formelzeichen erhalten, weil es unbedingt nötig ist, sie in der Elektrizitätslehre wohl voneinander zu unterscheiden. Näheres über den Unterschied zwischen den beiden Begriffen findet man in dem Satz V des AEF, der demnächst in dieser Zeitschrift veröffentlicht werden soll, und in der von K. W. Wagner verfaßten ausführlichen Erläuterung dazu: ETZ 1920, S. 641 und 660.

5. Elektrische Feldstärke, elektrische Verschiebung, magnetische Feldstärke, magnetische Induktion. Besonders umstritten sind die Definitionen der vier Hauptgrößen des elektromagnetischen Feldes $\mathfrak{E}$, $\mathfrak{D}$, $\mathfrak{B}$ und $\mathfrak{H}$. Nach der älteren Maxwellschen Auffassung sind für das elektrische wie für das magnetische Feld zwei gewissermaßen gleichberechtigte Vektoren kennzeichnend, einerseits die beiden „Feldstärken" $\mathfrak{E}$ und $\mathfrak{H}$, von denen die eine durch die elektrische Einheitsladung, die andere durch den magnetischen Einheitspol definiert wird, anderseits die Verschiebung $\mathfrak{D}$ und die Induktion $\mathfrak{B}$, die im Äther mit den Vektoren $\mathfrak{E}$ und $\mathfrak{H}$ identisch sind, in den wägbaren Körpern jedoch sich von ihnen unterscheiden. Dieser älteren Auffassung steht eine neuere gegenüber, wonach für das elektrische Feld die Feldstärke $\mathfrak{E}$, für das magnetische die Induktion $\mathfrak{B}$ die Rollen der Hauptfeldgrößen spielen, die Feldgrößen $\mathfrak{D}$ und $\mathfrak{H}$ dagegen mehr als bequeme, aber nicht unbedingt nötige Hilfsgrößen aufgefaßt werden. In dieser neueren Darstellung treten die beiden Stoffkonstanten, die „Dielektrizitätskonstante" oder „Elektrisierungszahl" ε und die Permeabilität μ mehr in den Vordergrund; während sie nach der älteren Auffassung nichts weiter als Zahlenfaktoren sind, wird neuerdings besonderer Wert darauf gelegt, sie als in ganz bestimmter Weise dimensionierte Größen in die Gleichungen einzuführen.

Über den Sinn der Feldgrößen $\mathfrak{B}$ und $\mathfrak{H}$ hat vor einigen Jahren in Frankreich eine längere öffentliche Erörterung stattgefunden. Da die Definition der Größen in innigem Zusammenhang mit der Definition der Einheiten steht, hat sich neuerdings auch der deutsche Ausschuß für Einheiten nnd Formelgrößen mit diesen Fragen beschäftigt; und im Anschluß daran hat die Elektrotechnische Zeitschrift eine Reihe von Äußerungen und Gegenäußerungen zu dem Gegenstand veröffentlicht[1]). Ob diese Erörterungen, die zur Zeit noch nicht abgeschlossen sind, zu einer Zurückdrängung der alten Auffassung und einer allgemeinen Annahme der neuen führen werden, kann erst die Zukunft lehren.

Über ein lehrreiches Beispiel von Mäanderbildung.

Von **Friedrich C. G. Müller** zu Berlin-Lichterfelde.

Die nach dem Mäanderflusse benannte, auch in dieser Zeitschrift 1926, S. 277 in einem Berichte Dr. A. Wenzels erwähnte Naturerscheinung der geschlängelten Wasserläufe wird im alluvialen Flachlande, wie in den Wiesentälern der Mittelgebirge, häufig genug beobachtet und trägt wesentlich dazu bei, das Landschaftsbild zu beleben und zu verschönen. Weniger bekannt dürfte sein, daß dieselbe auch im Hochharz in ausgeprägtester Form zur Ausbildung gelangt ist. Der mit der Harzquerbahn reisende

[1]) ETZ 1926, S. 1009; 1927, S. 426 u. 482.

Naturfreund wird auch nach dem an malerischen Ausblicken so reichen Aufstieg von Wernigerode aus auf dem einförmigeren Harzplateau, $2^1/_2$ km hinter dem Bahnhof Benneckenstein, beim Hinabschauen in das lange schmale Wiesental zur rechten Hand überrascht durch den seltsamen Mäanderlauf des auf der Karte als Rappbode bezeichneten Baches, der mit seiner unübersehbaren Zahl von Schleifen den Talboden in lauter schmale, mehr oder weniger gezackte Landzungen zergliedert. Dieses Naturspiel näher zu beobachten, hatte Verfasser bei einem längeren Erholungsaufenthalt in dem lieben Bergstädtchen gute Gelegenheit.

Gleich nachdem der Bach die Stadt verlassen und in die etwa 200 m breite Sohle des in das hügelige Ackergelände eingeschnittenen Tals eintritt, verfällt er in einen wahren Taumellauf. Daß dieses Wort nicht übertrieben, bestätigen die beistehende Hand-

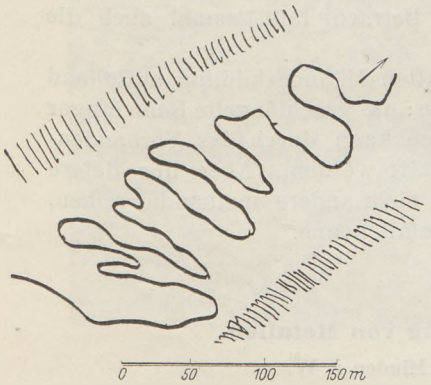


Fig. 1.

Fig. 2.

skizze (Fig. 1) und die zugehörige von Herrn Lehrer BEYER zu Benneckenstein angefertigte photographische Aufnahme (Fig. 2). Manche Windungen ziehen sich fast zur Schleife zusammen, so daß nur wenige Meter Zwischenraum verbleiben. Einzelne Abschnitte sind scheinbar talaufwärts gerichtet. In solcher Weise geht der Bachlauf 5 km weiter, zunächst ostwärts bis zur Eisenbahnbrücke, dann nördlich bis zum Dorf Trautenstein. Auch abwärts dieses Ortes nimmt die Rappbode ihren Mäanderlauf wieder auf. Der Talboden ist eine ziemlich stark geneigte Ebene, ohne dem Auge bemerkbare Aufwölbung oder muldenförmige Einsenkung. Ihn bildet eine von Süßgräsern erzeugte Humusschicht auf kiesiger Unterlage. Die Wasserrinne hat rechteckigen Querschnitt von 80 bis 200 cm Breite und 50 bis 100 cm Tiefe. Bemerkenswert ist, daß Sträucher oder Bäume am Ufer völlig fehlen.

Eine gleiche Neigung zur Mäanderbildung zeigt die Rappbode auch oberhalb Benneckenstein. Auch ihre kleinen, aus den fächerförmig ausgebreiteten Wiesentälern hinzueilenden Nebenbächlein folgen oftmals dem gleichen Naturgesetz. Ferner empfängt die Rappbode in der Stadt selbst ein in dem Wiesental parallel zur Bahnhofstraße aus einer Anzahl von Quellen zusammenfließendes Bächlein. Dasselbe verläßt, nachdem es selbständig geworden, die Talachse, geht schräg bis an den Ostrand, um dann scharf, scheinbar talauf, zurückzubiegen und seinen naturgemäßen Lauf in der Talmitte wieder aufzunehmen.

Ein anderer kleiner Nebenbach, welcher kurz vor seinem Eintritt in den sogenannten Hüttenteich die Hasselfelder Chaussee eine Strecke lang begleitet, zeigt den Mäandertrieb nicht weniger auffällig, als die Rappbode selbst.

Die im vorangehenden beschriebenen merkwürdigen Erscheinungen vollziehen sich, was wohl zu beachten, unabhängig von der geognostischen Talgestaltung, ledig-

lich innerhalb der Wiesendecke des Talgrundes. Es kommen also in erster Linie Kräfte in Frage, die aus der Wechselwirkung des strömenden Wassers und der nachgiebigen, in langsamer Umbildung begriffenen Grasnarbe entspringen. Diese Kräfte sind, wie die Gedrängtheit und Plötzlichkeit der Schleifen beweist, verhältnismäßig recht groß. Ob das Wasser oder die vegetierende Bodenschicht dabei als Hauptfaktor anzusehen ist, muß unentschieden bleiben. Jedenfalls war das Wasser anfänglich da und wird, der Schwere folgend, in gerader Richtung das Tal hinab geeilt sein. Die sich später ausbildende Vegetationsdecke könnte es dann nach und nach in die gekrümmte Bahn abgedrängt haben. Selbstverständlich müssen bei diesem Wettstreit allerlei Zufälligkeiten mit am Werke gewesen sein. Damit ist auch gesagt, daß an eine geschlossene Theorie dieser Mäanderbildungen kaum gedacht werden kann. Die Behauptung, es sei ein Streben sich reibender Massen, der Begrenzungsfläche eine wellige Gestalt zu geben, läßt doch dies rätselhafte Streben unerklärt. Die aus der Erdrotation entspringende ablenkende Kraft ist so ungeheuer klein, daß sie bei den geschilderten kraftvollen Vorgängen ganz außer Betracht fällt, zumal auch die Himmelsrichtung dabei jede beliebige ist.

Vielleicht ist es erlaubt, an eine der rätselhaften Mäanderbildung auffallend ähnliche, ganz andersartige Naturerscheinung zu denken: die geschlängelte Bahn langer elektrischer Entladungsfunken. Dies letztere Phänomen kann durch das Vorhandensein gut leitender Teilstücke des Zwischenmittels erklärt werden. Aber der tiefere Grund, weshalb die gedachten Leiterstücke sich so und nicht anders aneinander reihen, läßt sich nicht angeben, es sei denn, daß man ihn Zufall nenne.

Neue Lötrohrversuche zur Bestimmung von Metallen.

Von Oberstudienrat **Otto Pröschold** in Minden i. W.

Im folgenden veröffentliche ich einige anspruchslose Funde, die ich bisher allenfalls in engeren Kreisen vorgeführt habe. Damit man sieht, wie ich zu einfachen neuen Lötrohrversuchen zur Bestimmung von Metallen gekommen bin, knüpfe ich an einen längst bekannten Versuch an.

Man schmelze[1]) ein Stückchen Antimon vor dem Lötrohr und kippe die glühende Kugel, die man erhält, auf ein auf dem Tische liegendes Papier, am besten auf eins, das man am Rande zu einem Kästchen aufgefaltet hat. Dann hüpft die Kugel sekundenlang herum und hinterläßt überall, wohin sie kommt, deutliche Spuren von Antimonoxyd. Da sich von der Hauptkugel einige Nebenkügelchen abzweigten, die ihren Weg selbständig verfolgten, da ich ferner wußte, daß der „Antimonrauch" als große Wolke in die Erscheinung tritt, wenn man das glühende Korn zur Erde fallen läßt: so lag es nahe, den Versuch so abzuwandeln, daß man das Papierkästchen auf die Erde setzte und die glühende Kugel aus etwa Tischhöhe hineinfallen ließ. Der Erfolg ist verblüffend. Die Kugel spritzt nach allen Seiten auseinander, und es beginnt ein kleines allerliebstes Feuerwerk hüpfender und sich ganz oder so gut wie ganz verflüchtigender Kügelchen. Das Bild 1 ist typisch. Von der Auffallstelle gehen strahlenförmig Antimonoxydspuren aus, die auch unter der Lupe lohnend zu betrachten sind. Neben Regelmäßigkeiten in der Bahn (Reflexionsgesetz: Ausfallswinkel = Einfallswinkel) finden sich Unregelmäßigkeiten, die zum Teil durch nicht ganz ebene Lage des Papiers bedingt sind; insonderheit haben es offenbar die Kügelchen, die eine mehr gestrichelte Form der Bahn hinterlassen haben, eiliger gehabt als die, die ihren Weg genauer, man möchte sagen gewissenhafter, punktiert haben. Die dunklen Strichelchen und Pünktchen liegen auf einem viel helleren schmalen Streifen, der sich

[1]) Es wird empfohlen, den Versuch — wie alle folgenden — selber auszuführen und sich nicht mit der Betrachtung der wenigen Bilder zu begnügen, die zudem unmöglich alle Feinheiten wiedergeben können.

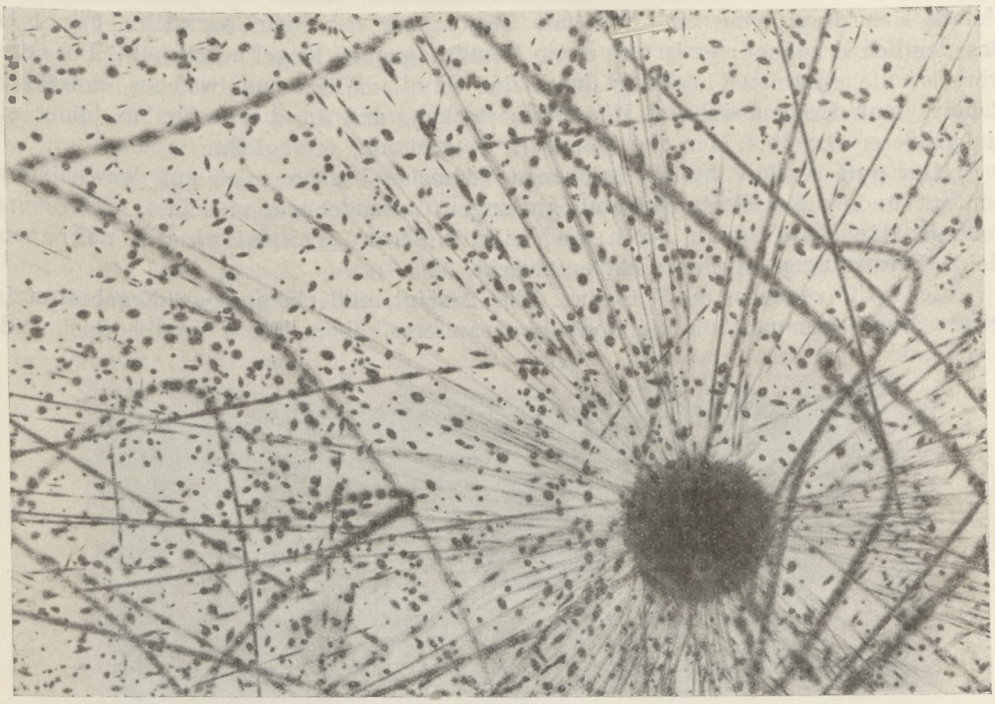


Fig. 1. Antimon.

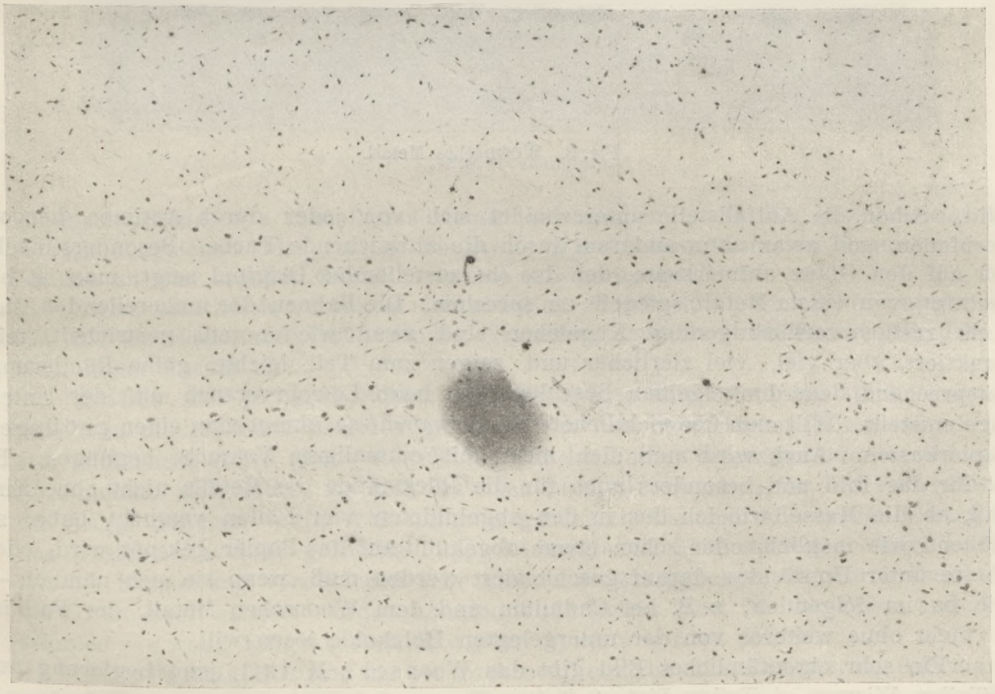


Fig. 2. Wismut.

— was leicht erklärbar ist — zu beiden Seiten der Striche und Punkte etwas verbreitert, so daß bandwurmartige Gebilde entstehen, zumal die Verflüchtigung des Metalls sich durch eine entsprechende Verjüngung der Bahn darstellt. Fig. 1 läßt das deutlich erkennen; es ist mit einer ziemlich großen Kugel hergestellt. Beachtenswert ist die graublaue Färbung durch das Oxyd. Wählt man weiches, saugfähiges Papier, dann bleiben mehrere Kügelchen stecken, und an diesen Stellen bildet sich ein größerer Oxydhof, der eine genauere Betrachtung ermöglicht.

Der gute Ausfall des beschriebenen Versuches brachte mich auf den Gedanken, ihn auf andere Metalle (und Metallegierungen) auszudehnen, vielleicht, daß es mir gelänge, die Metalle zu zwingen, sich selber „graphisch zu verraten". Meine Erwartungen wurden nicht enttäuscht.

Ich griff zunächst zu Wismut. Fig. 2 zeigt, daß ein analoges Ergebnis erzielt wird. Nur bekommen wir ein doch ganz anderes, eben für Wismut bezeichnendes

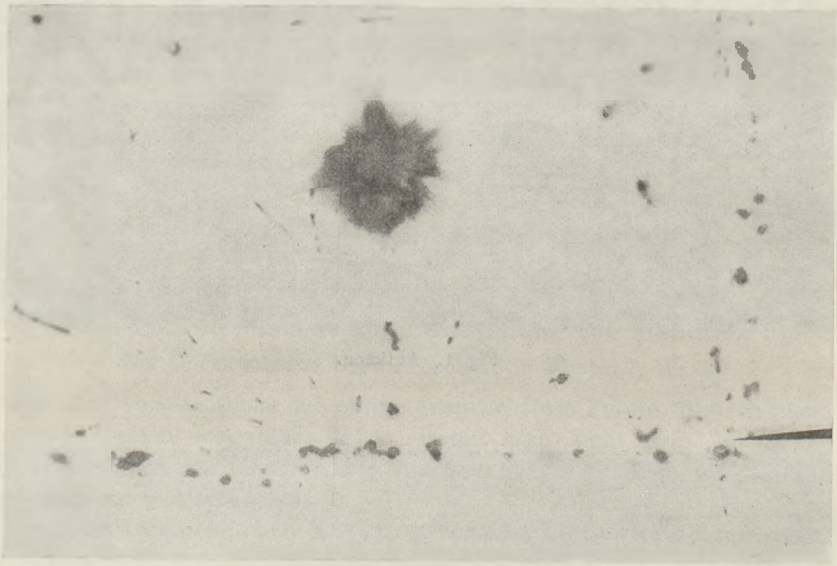


Fig. 3. Woodsches Metall.

Bild. Schon die Auffallstelle unterscheidet sich von jeder durch Antimon hervorgerufenen, und zwar unter anderem durch die abweichende Farbe. Besonders mache ich auf den Glanz aufmerksam, den das (herzustellende!) Original zeigt; man ist berechtigt, von einem Metall„spiegel" zu sprechen. Die Bahnen der umhereilenden, sich nicht restlos verflüchtigenden Kügelchen sind zwar wieder teils gestrichelt, teils punktiert, aber viel, viel zierlicher und zeigen zum Teil leichte gelbe Ränderung, entsprechend dem dunkelgelben Beschlag, der beim Lötrohrversuch auf der Unterlage entsteht. Will man übersichtlichere Bilder haben, so nimmt man einen größeren Papierkasten. Auch wird man sich nicht mit einmaligem Versuche begnügen. Es ist für das Bild und besonders auch für die Rückstände des Metalls nicht ohne Einfluß, ob die Masse, wie ich das in den abgebildeten vier Fällen versucht habe, so glühend wie möglich, oder schon etwas abgekühlt auf das Papier gekippt wird, oder ob sie unter Umständen darauf geschleudert werden muß, wenn sie sich nämlich — wie es im folgenden, z. B. bei Cadmium und dem Woodschen Metall, der Fall ist — nicht ohne weiteres von der untergelegten Holzkohle lösen will.

Ein sehr eigentümliches Bild gibt das Woodsche Metall, jene Legierung aus 7 Teilen Wismut, 4 Teilen Blei, 2 Teilen Zinn und 1 Teil Cadmium. (Fig. 3; wie das folgende Bild $^1/_4$ des Kästchens darstellend, während die Figg. 1 und 2 den

ganzen Boden ohne Rand gaben.) Die zackige Auffallstelle zeigt einen ausgesprochen silbrigen Metallspiegel, aber während die sonstigen Spuren auf dem Boden des Kästchens nicht sehr charakteristisch, auch nicht sehr zahlreich sind, sieht man am Rande eine Menge kleiner Fleckchen entstanden, die ausnahmslos kleine Metallspiegelchen darstellen. Auch hier versäume man nicht, ein Original herzustellen und die Lupe zu Rate zu ziehen. Als Rückstand bekommt man Granalien, ähnlich wie vom Blei in der Sylvesternacht.

Einen Metallspiegel bei der Auffallstelle und (einige wenige) Metallspiegelchen am Rande erhält man auch von Cadmium. Sonstige Spuren noch spärlicher als beim Woodschen Metall. Rückstand wie dort. Fig. 4 zeigt die Auffallstelle und einen Teil des spärlich getroffenen Randes. Die Abweichungen dieses typischen Cadmiumbildes springen in die Augen.

Bei Blei entsteht eine (oft undeutliche) Auffallstelle oder Versengungen des Papiers, entsprechend der Größe der Kugeln und der Form der Granalien. Es

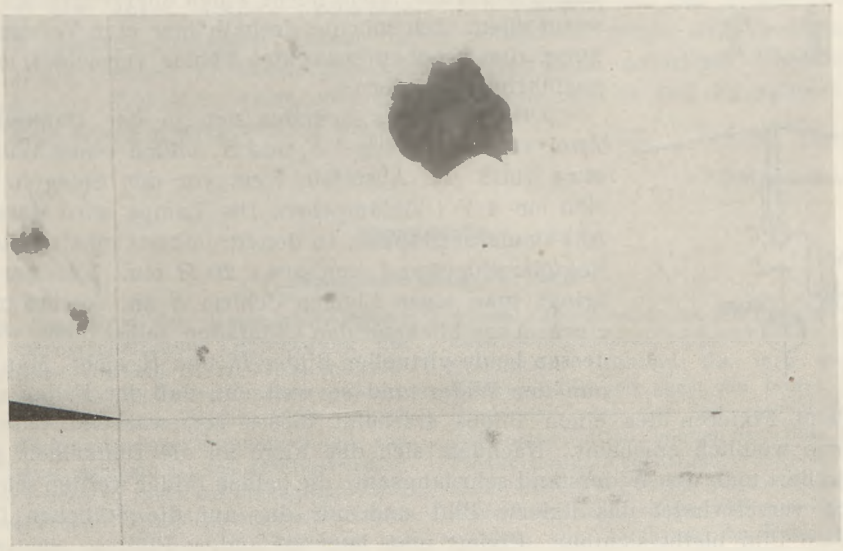


Fig. 4. Cadmium.

ist überraschend, wie schnell das Metall hier zerspritzt. Im Nu zerstiebt das Korn in viele Kügelchen oder (bei schon etwas abgekühltem Korn) in Granalien. Auch Zusätze zu Blei ergeben natürlich leichte Abwandlungen.

Zinn und Zink verhalten sich ziemlich charakterlos. Immerhin unterscheiden sich die als Rückstand verbleibenden Granalien deutlich voneinander. Ich gehe hier nicht näher darauf ein.

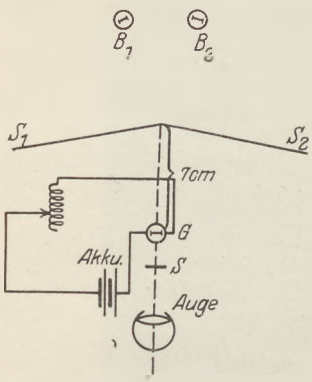
Silber, das ja unter Zusatz von Borax geschmelzt werden muß, zerspringt, falls man die glühende Kugel ungesäumt in den Papierkasten fallen läßt, in etwa 100 annähernd gleich große Kügelchen, die das Papier versengen oder durchbrennen. Es empfiehlt sich daher, um kein Material zu verlieren (auch für den Fall, daß man die Kugel daneben wirft, was mitunter geschieht, ehe man die nötige Übung hat), das Kästchen in einen größeren Pappschachteldeckel hineinzustellen. Möglicherweise hat die Herstellung von solchen sehr kleinen Silberkügelchen, die durch Durchsieben der Größe nach sortiert werden könnten, praktischen Wert für den Gold- und Silberschmied — wenn Filigranarbeiten wieder modern werden sollten.

Selbstverständlich sind die besprochenen Versuche einer Erweiterung und mancher Abwandlung und Vervollkommnung fähig. Insonderheit könnte man daran denken, besonders präpariertes Papier zu verwenden. Auch könnte gefragt werden, ob die

Bildung von Metallspiegeln zur Siedetemperatur der Metalle in eine Beziehung gebracht werden kann, und ob das Hüpfen der Metallkügelchen irgendwie mit der Verdampfungstemperatur zu tun hat.

Für die Praxis.

Extrafoveales Sehen. Von **Walter Dahlke** in Berlin. — Um die verschiedene Funktion von Zapfen und Stäbchen zu zeigen, geben Dr. O. Rabes und Dr. E. Löwenhardt in ihrem Leitfaden der Biologie folgenden Versuch an: Eine mit Balmainscher Leuchtfarbe bestrichene Scheibe wird kurze Zeit belichtet und dann im verdunkelten Zimmer fixiert. Allmählich verschwindet die Scheibe, um wieder sichtbar zu werden, wenn man das Auge wegdreht. Diese Anordnung hat aber mehrere Mängel: 1. Man hat keine konstante Lichtquelle. 2. Die Lichtstärke ist nicht regulierbar. 3. Man ist gezwungen, das Auge zu bewegen. Wegen dieser Schwierigkeiten ist es, besonders dem ungeübten Auge, nicht leicht, einen überzeugenden Versuch anzustellen. Ich möchte deshalb hier eine Versuchsanordnung, die die oben genannten Fehler vermeidet, möglichst ausführlich schildern:



Die Apparatur befindet sich in der Dunkelkammer. Zwei vertikale Spiegel S_1 und S_2 bilden einen Winkel von etwa 160°. Im Abstande 7 cm vor den Spiegeln befindet sich ein 4 V-Glühlämpchen. Die Lampe wird durch einen Akkumulator gespeist. In den Stromkreis schaltet man einen Regulierwiderstand von etwa 20 Ω ein. Vor der Lampe bringt man einen kleinen Schirm S an, so daß man mit einem Auge blickend den Glühfaden selbst nicht, wohl aber dessen beide virtuellen Bilder B_1 und B_2 sieht. Man schaltet nun den Widerstand so weit ein, daß der Faden noch rot glüht. Beim Fixieren des einen Bildes erscheint dieses rot, während das andere, nichtfixierte weißlich erscheint. Nachdem sich das Auge an die Dunkelheit gewöhnt hat, vergrößert man den Widerstand sehr langsam: die beiden Bilder werden schwächer; schließlich verschwindet das fixierte Bild und nur das auf die Stäbchen fallende, extrafoveale Bild bleibt sichtbar. Fixiert man jetzt das andere Bild, so sieht man im ersten Augenblick beide Bilder, dann aber verschwindet das fixierte Bild, während das nichtfixierte sichtbar bleibt.

Zu bemerken ist, daß der Versuch von nachtblinden, d. h. Augen mit minderwertigen Stäbchen, nicht ausgeführt werden kann.

Bestimmung der Wechselstromfrequenz. Von Studienassessor **H. Simoneit** in Köln. — Nachdem Herr J. Brun im 6. Heft 1926 (S. 284) dieser Zeitschrift gezeigt hat, wie man den Wechselstrom auf optischem Wege demonstrieren und seine Frequenz bestimmen kann, gebe ich eine Bestimmung der Frequenz auf akustischer Basis. Der Ton, den eine mit Wechselstrom betriebene Bogenlampe erzeugte, wurde mit einer a-Stimmgabel, die $n = 427$ Schwingungen in der Sekunde machte, bestimmt. Um von dem Ton der Bogenlampe zum Stimmgabelton zu kommen, mußte man zwei Oktaven und noch einen Halbton aufwärts gehen, so daß

$$x \cdot 2^2 \cdot \frac{15}{16} = 427$$

folgt, woraus sich die Frequenz des Bogenlampentones als

$$x = \frac{6405}{64} \sim 100 \frac{n}{\text{sec}}$$

ergibt. Da bei jeder Periode des Wechselstromes zwei volle Luftschwingungen am

Lichtbogen erfolgen, ist die Wechselstromfrequenz $50 \frac{n}{\text{sec}}$. Der Versuch eignet sich als Anwendung der Intervallehre auf der Oberstufe.

Metallographische Mitteilung. Von **M. Schneider** in Plauen. — Die in Heft 4 des 40. Jahrganges mitgeteilten „metallographischen Ätzversuche" möchte ich ergänzen durch Angabe der damals noch mißlungenen Bleiätzung. Ich habe mich um sie bemüht, weil bei diesem niedrig schmelzenden Metall größere Kristalle zu erwarten waren als bei Zink. Tatsächlich sind an Bleilamellen, die mit der angegebenen Methode hergestellt wurden, Kristallfelder von 10 qcm und darüber keine Seltenheit, an denen Kugeleindrücke von etwa 1 cm Durchmesser die prächtigsten, ohne jede Vergrößerung sichtbaren Rekristallisationsbilder erzeugen. Die Ätzung war folgende: erst wird durch kurzes Bad in heißer konzentrierter Salpetersäure das Oxyd der Oberfläche entfernt, dann kurz abgespült und in alkoholiger Salpetersäure (4 ccm HNO_3 1,14 + 100 ccm absol. Alkoh.) nachgeätzt. Ein Nachteil ist das rasche Verderben der frisch überaus brillanten Ätzung durch Anlaufen; weder Aufbewahrung unter Wasser, noch rasches Trocknen mit Alkohol-Äther und sofortiges Überziehen mit Zaponlack oder Collodium vermochte das zu verhindern, so daß für spätere Demonstration stets frisch geätzt werden muß.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Über den Wert der Desensibilisierung bei der unterrichtlichen Verwendung der Photographie. Von Prof. Dr. W. THIEM in Berlin.

Man kann das von LÜPPO-CRAMER entdeckte Verfahren, der photographischen Platte mittels gewisser Farbstoffe ihre Empfindlichkeit zum größten Teil zu nehmen, als den wichtigsten Fortschritt der letzten 10 Jahre auf photographischem Gebiet bezeichnen. Trotzdem nun das Verfahren nicht nur sehr einfach, absolut zuverlässig und billig ist, gelangt es längst nicht in dem Maße zur Anwendung, wie man bei seinen großen Vorzügen, denen keine Nachteile gegenüber stehen, erwarten sollte. Es genügt nämlich, die Platte vor der Entwicklung bei dem gewöhnlichen Rotlicht oder im Dunkeln 2 Minuten lang in eine Lösung von Pinakryptolgrün 1 : 5000 oder von Pinakryptolgelb von 1 : 1000 zu legen, um deren Empfindlichkeit so herabzusetzen, daß sie nun ohne jede Gefahr bei hellem gelbem Licht oder sogar beim Schein einer Kerze entwickelt werden kann, wobei nicht nur keine Verschleierung zu befürchten ist, sondern im Gegenteil der Schleier unterdrückt wird.

Es liegt auf der Hand, welche außerordentliche Bedeutung diese Entdeckung gerade für den Unterricht besitzt, denn sie erlaubt es, einem größeren Kreise gleichzeitig in aller Deutlichkeit die früher selbst für den einzelnen nur schwer sichtbaren, aber wichtigen Vorgänge beim Erscheinen und Fortschreiten des Bildes zu zeigen, und zwar in jedem Raum, der sich verdunkeln läßt; denn man braucht im Notfall bei gewöhnlichen Platten nur über die Glühbirne eine der gelben Papiertaschen zu stülpen, in denen die Entwicklungspapiere verpackt sind. Selbst panchromatische Platten, die man wegen ihrer Rotempfindlichkeit sonst am besten in völliger Dunkelheit nach der Zeit entwickelt, wie die Farbraster-Platten, können nach dem Vorbad mit Pinakryptolgelb bei hellem, orangefarbigem Licht ohne Anstrengung für die Augen vor einer größeren Anzahl von Schülern gut sichtbar hervorgerufen werden. Die Vorführung der Entwicklung kann deshalb statt in der räumlich meist beengten Dunkelkammer im physikalischen Klassenzimmer, das meist mit einer Verdunklungsvorrichtung versehen sein wird, oder bei Fehlen einer solchen am Abend stattfinden, wobei es für gewöhnliche Platten genügt, wenn kein direktes Lampenlicht in den Saal gelangt. Die Fenster sind ja auch mit Leichtigkeit notdürftig zu verhängen, während eine völlige Verdunklung, wie sie ohne Desensibilisierung Bedingung ist, kaum auf einfache Weise durchzuführen sein würde.

Der Lehrer wird daher dieses schöne Verfahren, wenn er es erst einmal versucht hat, nicht mehr entbehren können, denn er kann bei einer einmaligen Vorführung allen seinen Schülern mehr zeigen, als er früher in der finsteren Dunkelkammer nur wenigen in der Nähe Stehenden undeutlich vorführen konnte.

Nähere Angaben über die Einzelheiten der Methode befinden sich in der Gratis-Broschüre „Etwas über Hellichtentwicklung" von Dr. BECK, die ebenso wie die von den Höchster Farbwerken hergestellten Farbstoffe bei den Photohändlern erhältlich ist.

3. *Geschichte und Erkenntnislehre.*

Bacon und die Naturphilosophie [1]). Bericht von E. Sellien in Potsdam.

Es ist eine Tatsache, daß an den Wendepunkten der Geistesgeschichte das Methodenproblem immer im Vordergrund des Interesses steht. An der Wende der Neuzeit war es das Problem der naturwissenschaftlichen Methode, das alle bewegte und in dem sich das Streben des neuzeitlichen Menschen aussprach, von der scholastischen Wissenschaft und der Herrschaft des Syllogismus loszukommen. Die Namen, die mit diesem Streben unvergänglich verknüpft sind, sind Galilei und Bacon von Verulam. Ihnen und ihren Mitstreitern ist das vorliegende Buch gewidmet, das in seinem 1. Teil die Philosophie Bacons, in seinem 2. Teil das wissenschaftliche Werk Galileis, seiner Vorläufer und Nachfolger behandelt.

Über den 2. Teil sei zunächst einiges gesagt. Er gibt einen guten Überblick über die Arbeiten der Männer, die wie Lionardo da Vinci, Koppernikus, Kepler, Galilei, Pascal, Torricelli, Descartes, Huygens, Gassendi und Newton den unglaublichen Aufschwung der Naturwissenschaften in den ersten Jahrhunderten der Neuzeit heraufgeführt haben. Überall versucht Frost zu verstehen und objektiv zu entscheiden, und offen gibt er zu, wenn Fragen ohne Antwort bleiben müssen. Philosophisch und physikhistorisch kann man dem Buch in diesen Partien viele Anregungen entnehmen. Daß man dabei in Einzelheiten, in Einzelbeurteilungen anderer Meinung sein kann und sein wird, ist gerade bei geschichtlichen Darstellungen mit ihrer großen Abhängigkeit von z. T. doch recht beschränktem Material nicht verwunderlich. So dürfte vielleicht die Rolle Pascals in der Geschichte der Galileischen Methode doch bedeutender sein, als sie hier erscheint, und beim Vergleich Newtons mit Huygens muß man bedenken, daß die Entwicklung der Wissenschaft immer mehr die große Bedeutung des Holländers gezeigt hat, der nur in dem einen Punkt in der klassischen Wissenschaft befangen blieb, daß er das wichtigste Instrument der modernen Physik, die Infinitesimalrechnung, nicht für sein Schaffen benutzte, obwohl es ihm durch Leibniz zugänglich gewesen war.

Ausführlicher als mit den genannten Forschern beschäftigt sich Frost im 1. Teil seines Buches mit Bacon. Wohl über keinen Denker ist das Urteil der Mit- und Nachwelt so verschieden ausgefallen wie über den Lordkanzler der Königin Elisabeth, den Verfasser des Novum Organon und der Instauratio: über Francis Bacon. Für viele, wie z. B. J. Liebig, ist Bacon ein Scharlatan, ein Phrasenmensch, ein eitler Prahler; für andere ist er der eigentliche Begründer der neueren Philosophie, der Schöpfer der induktiven Methode, ist er der Mann, der die Dramen Shakespeares geschrieben hat; ist er Staatsmann, Philosoph, Künstler — alles in einer Person.

Zwischen diesen Gegensätzen sucht Frost den wahren Bacon. Gewiß, Bacon war eitel, prahlerisch, großsprecherisch; er war seinem Wesen nach Propagandist, der lange nicht das gehalten hat, was er versprach; er war im Charakter durchaus nicht der Mann, der die unbeschränkte Hochachtung von Zeit und Nachwelt haben konnte. Und er hat doch Größe; Größe in der Energie, mit der er sich dem scholastischen Denken entgegensetzte, mit der er seine neuen Ideen vertrat. Sicher ist seine neue Methode nicht die Methode Galileis und der Naturwissenschaft, sicher hat sie für diese Wissenschaft nichts bedeutet, kann man doch beinahe sagen, daß die Naturwissenschaft trotz Bacon ihren Weg zum Erfolge gegangen ist (S. 31): aber man sollte sich doch zunächst einmal fragen, ob Bacon die experimentelle Methode Galileis, gegen die er sich mehrfach gewandt und die er vielleicht nie recht verstanden hat, überhaupt für die wahre Methode einer antischolastischen Wissenschaft ansah. Das ist die Frage, die Frost sich vorlegt und bei der er zu der Überzeugung kommt, daß in Bacons Ansätzen eine Methode angedeutet — nicht klar ausgesprochen — wird, die einen eigentümlichen Weg gibt, der zur Erfassung der Natur führt. Bacon steht im Gegensatz zu Aristoteles. Sucht dieser das Allgemeine, so will Bacon zum „Wesen" der Erscheinungen vordringen, so daß man seine Induktion, die er selbst „Interpretatio naturae" nennt, besser als Wesensinduktion zu bezeichnen hätte, die zur Form, zum Wesen, nicht zur synthetischen Zusammenfassung von Einzeldaten voranschreiten will. Diese Interpretatio ist wesentlich intuitiv; aber nicht philosophische Spekulation darf ihr wie in der Scholastik den Weg weisen, sondern an der Hand beobachtbarer Tatsachen muß sie sich vortasten von den Erscheinungen zu ihrem Wesen. Das sieht man auch an der oft zitierten Wärmetafel. Bacon hat an den Tatsachen etwas „erschaut", was ihm als „Wesen" der Wärme erscheint: „Nach den Fällen im ganzen und im einzelnen scheint die Eigenschaft, deren besondere Ausprägung die Wärme ist, die Bewegung zu sein." Sein Verfahren ist allerdings roh und unbeholfen. Aber Frost erinnert an die Erörterungen unserer psychologischen Lehrbücher über das Wesen der Aufmerksamkeit usw., wo „wir außerhalb der exakten mathematischen Physik auf Methoden von der gleichen phantasievollen und doch plumpen Art angewiesen sind" (S. 124). Und Bacons Methode soll sich nicht nur auf die Physik beschränken, sie will allgemein gültig für alle Wissenschaften sein. Ihrem Wesen nach bezieht sie sich auch weniger auf das systematische Ergebnis der Forschung als auf das Forschen, das Finden selbst. In

[1]) Von Walter Frost, o. ö. Prof. a. d. Univ. Riga. (Geschichte der Philosophie in Einzeldarstellungen, Bd. 20, herausgeg. von G. Kafka). Verlag von E. Reinhardt, München 1927. 504 S. Geh. RM 10.–.

diesem Bereich glaubt FROST sie auch beim heutigen Forscher zu finden, wobei man allerdings bedenken muß, daß die meisten Forscher uns den Weg, auf dem sie zu ihren Ergebnissen gekommen sind, nicht angeben.

Neben diesen Erörterungen über den Sinn der BACONschen Induktion behandelt das Buch selbstverständlich auch die anderen Seiten der Philosophie des großen Engländers. Überall findet man dabei dasselbe Streben des Verf., objektiv zu sein und auch da einen möglichen Sinn zu finden, wo BACON sichtlich nicht zur völligen Klarheit gekommen ist. So kann das Buch, das in seinen beiden Teilen an Anregungen so reich ist, ein Anstoß sein für die Forschung, sich erneut mit BACON zu beschäftigen.

5. Technik und mechanische Praxis.

Wetterdienst und Luftverkehr. Von Dr. K. KEIL in Lindenberg (Kr. Beeskow).

Die Wissenschaft vom Wetter, also die Meteorologie, findet heute ihrer Bedeutung für die Praxis entsprechend mehr und mehr Eingang in den Unterricht. Gegenüber der Vorkriegszeit hat sich auf der wissenschaftlichen Seite der Meteorologie sowohl wie auf der praktischen vieles geändert. Dort sind die Auffassungen von dem Entstehen und Vergehen der Witterungserscheinungen durch Arbeiten von BJERKNES, EXNER und nicht zuletzt des Aeronautischen Observatoriums Lindenberg auf das physikalische Gebiet gegangen; hier hat sich der Flugwetterdienst mehr und mehr entwickelt und ist heute zu einer Organisation geworden, ohne die unser deutscher Luftverkehr nicht möglich wäre. Das Erscheinen eines kleinen Heftchens „Höhenwetterdienst und Luftverkehr", das von der Höhenwetterdienstabteilung des Aeronautischen Observatoriums Lindenberg herausgegeben wurde, gibt mir Veranlassung, die Fragen und Unternehmungen auch für den weiteren Kreis der Schulen einmal zu behandeln, da eine Wissenschaft gerade in ihren Anwendungen interessante Fingerzeige für den Lehrer bietet.

Während sich der öffentliche Wetterdienst lange vor dem Kriege entwickelte, ohne daß eine Zusammenfassung nach außen zustande gekommen wäre, ging bereits in den Jahren der großen Zeppelinfahrten — etwa von 1910 an — auf dem Gebiet des Luftfahrwetterdienstes die Entwicklung in eine andere Richtung. Der damalige Direktor des Aeronautischen Observatoriums, ASSMANN, schuf den Luftfahrerwarnungsdienst mit seinen ungefähr 350 Meldestellen für außergewöhnliche Witterungserscheinungen in Deutschland und gab diesem Dienst durch den Aufbau einer Funkstelle in Lindenberg die Möglichkeit, über ganz Deutschland jeden Freiballon, jedes Luftschiff und jede Bodenstation vor Gefahr bringenden Witterungserscheinungen zu warnen. Diese Organisation hat während des Krieges weiterbestanden und für die Zwecke der Heeresluftfahrt wichtige Dienste geleistet, vor allem dadurch, daß eine Reihe von Stationen in Deutschland für Höhenwindmessungen eingerichtet wurde. Als am Schluß des Krieges der Gedanke eines deutschen Luftverkehrs auftauchte, war es selbstverständlich, daß man die bewährte Arbeit des Observatoriums heranzog, um diesen Luftverkehr durch die, wie man bereits erkannt hatte, notwendige Wetterberatung zu sichern. Die ersten Jahre nach dem Kriege haben einen Luftverkehr nur in sehr bescheidenen Grenzen gebracht. Die große Entwicklung begann erst wieder, als die Währungsreform wirtschaftlich klare Verhältnisse brachte. Von Seiten des die Luftfahrt betreuenden Reichsverkehrsministeriums hielt man daran fest, daß das Observatorium Lindenberg die gegebene Zentralstelle für den deutschen Flugwetterdienst sei, und so ist unter der Führung des jetzigen Direktors des Observatoriums, HERGESELL, ein deutscher Flugwetterdienst entstanden, der alle deutschen Fluglinien umfaßt. Im Gegensatz zu dem öffentlichen Wetterdienst also handelt es sich hier um eine für ganz Deutschland einheitlich zusammengefaßte Organisation, deren Arbeiten in einer besonderen Abteilung des Observatoriums durchgeführt werden. Die Aufgaben sind verschiedener Art: einmal müssen für die verschiedenen Fluglinien Wetterberatungen abgegeben werden. Bei den etwa 80 zur Zeit in Betrieb befindlichen Linien verbietet es sich von selbst, alle Beratungen von einer Stelle aus zu machen, ganz abgesehen davon, daß die Wetterlage in dem weiten Gebiet Deutschland mit seinen außerordentlich wechselnden Bodenverhältnissen eine derartige Beratung unmöglich macht. So entstanden im ganzen Reich verteilt die Flugwetterwarten an allen größeren Flughäfen, die, mit Fachmeteorologen besetzt, die persönliche Beratung des Piloten vor jedem Start übernehmen. Um aber diese Beratung durchführen zu können, brauchen die Flugwetterwarten Beobachtungsmaterial. Die Beschaffung desselben ist die zweite Aufgabe der zentralen Leitung Gelöst wird sie in dreifacher Weise: einmal gibt ein Netz von rund 40 Beobachtungsstellen mit meteorologisch ausgebildetem Personal mehrmals am Tage zu bestimmten Terminen sogenannte „synoptische" Meldungen, die, nach einem bestimmten Schema verfaßt, die Zeichnung von genauen Wetterkarten von den Terminen 5, 7, 9, 11, 14 und 17 Uhr gestatten. Aber auch diese Karten genügen noch nicht, um jede Flugstrecke in ihren Einzelheiten in bezug auf das Flugwetter kennen zu lernen. Eine größere Zahl von Streckenmeldestellen, mit Laienbeobachtern besetzt, geben zu jedem Start eines planmäßigen Flugzeuges eine Beobachtung an die Flugwetterwarte des Starthafens. Da auf diese Weise das Beobachtungsmaterial auf ganz bestimmte Gebiete beschränkt wird, nämlich diejenigen, die von Fluglinien überschnitten werden, so entstehen gewisse Lücken, in denen zunächst keine Beobachtungsstationen vorhanden sind. Um nun aber anderer-

seits Gewitterzüge und Nebelfelder bei ihrem Fortschreiten über Deutschland beobachten zu können, sind in den Lücken des Beobachtungsnetzes Gefahrenmeldestellen eingesetzt, die derartige Witterungserscheinungen melden. Alle Beobachtungen laufen zunächst an die nächste Flugwetterwarte. Luftverkehr ist aber ein Verkehr über große Strecken, und erst bei großen Entfernungen wirkt der Luftverkehr zeitsparend, darum muß er international sein. Für die Wettersicherung dieser internationalen Linien bestimmte Abmachungen zu treffen, ist die dritte Aufgabe der zentralen Leitung des deutschen Flugwetterdienstes. Diese Aufgabe gliedert sich wieder in Abmachungen über den Austausch von Beobachtungen, über die Art und Weise des Austausches und über die Art und Weise der Beratung des einzelnen Flugzeuges. Zu der ersten Unterabteilung sind insbesondere Funkzeiten festzulegen, zur zweiten die Frage nach der Verschlüsselung der Beobachtungen zu klären. Die Vereinbarungen gingen darauf hinaus, daß für jedes Land eine Funkstelle zu bezeichnen war, die die Abgabe von Wettermeldungen aus dem ganzen Lande sicherstellt. Nur auf diese Weise wird es möglich, daß möglichst neue Meldungen rasch an alle interessierten Flughäfen kommen. Diese Funkstelle wurde und konnte nur werden die Funkstelle bei dem Aeronautischen Observatorium. Die Verschlüsselung der Meldungen war notwendig, um in möglichst komprimierter Form möglichst viele Beobachtungen geben zu können, als Schlüsseltext werden ausschließlich Zahlen verwandt. So entstand für die Zentrale des deutschen Flugwetterdienstes die vierte Aufgabe: Zusammenstellung von Beobachtungen aus ganz Deutschland und Abgabe dieser Beobachtungen auf dem Funkwege in internationalem Austausch. Mit Hilfe dieser Beobachtungen erhält der Flughafenmeteorologe die notwendige Übersicht über das Wetter seines Gebietes, er wird dabei unterstützt durch die Meldungen aus seinem Gebiet und kann bei einem Flug über Deutschlands Grenzen weiterhin ausländische Meldungen aufnehmen, so daß die Wetterberatung jedes einzelnen Fluges sichergestellt ist.

Für einen derartigen Dienst ist ohne das Hilfsmittel der Funktelegraphie nicht auszukommen. So trat das Observatorium bereits sehr frühzeitig dafür ein, daß an den Flughäfen Funkstellen eingerichtet würden. Das Reichsverkehrsministerium hat diese Frage aufgenommen und heute durch Schaffung einer größeren Zahl von besonderen Funkstellen gelöst. Daneben ist ein Flugkabelnetz errichtet worden, das eine größere Zahl von Flughäfen untereinander verbindet und damit die Möglichkeit für den Wetterdienst schafft, schnell Rückfragen bei besonderen Witterungserscheinungen zu halten.

Der ganze Aufbau des Wettersicherungsdienstes ist in den Jahren 1924 bis 1926 erfolgt, wobei naturgemäß noch im Jahre 1927 eine ganze Reihe von Problemen zu lösen blieb. Eine wichtige Aufgabe ist noch nicht erwähnt worden. Wir haben zwar in Deutschland ein Klimanetz, das seine erste zusammenfassende Arbeit in dem Klimaatlas von HELLMANN[1]) geliefert hat, aber die Feinstruktur des Wetters ist in diesem Atlas bewußt vernachlässigt worden. Dort muß eine neue Arbeit einsetzen, die als die fünfte Aufgabe der Flugwetterdienstzentrale anzusehen ist: eine Bearbeitung der Feinstruktur des Wetters in Deutschland. Der erste Ansatz dazu liegt in den „Erfahrungsberichten des deutschen Flugwetterdienstes“, herausgegeben vom Aeronautischen Observatorium Lindenberg, vor, deren Nummern 1 bis 5 bisher die Strecken Mannheim—Basel, Mannheim—Stuttgart, die Strecken um Stuttgart, die Strecke Karlsruhe—Baden-Baden—Villingen—Konstanz und die Strecke Bremen—Ruhrgebiet umfassen. In diesen Erfahrungsberichten werden die Einflüsse des Bodens auf alle Wetterlagen geschildert, und in ihnen kommen diejenigen Erscheinungen zur Betrachtung, die für den Einzelnen das „Wetter“ ausmachen. Gerade in diesen Erfahrungsberichten dürfte daher für den Lehrer interessantes Material enthalten sein, um so mehr, als sie auch die nähere Umgebung seines Wohnortes erfassen werden, wenn erst eine größere Zahl von Strecken behandelt worden ist, was in möglichst kurzer Zeit geschehen soll. (Die Erfahrungsberichte sind durch den Buchhandel zu beziehen.)

Um nun zum Schluß einen praktischen Überblick über die Arbeit eines Flugmeteorologen zu geben, sei die Beratung eines Flugzeuges, ehe es seinen Starthafen verläßt, beschrieben. Nehmen wir an, ein Flugzeug wolle um 9 Uhr Berlin zu einem Fluge nach München verlassen. Dann hat die Flugwetterwarte Berlin nach den Beobachtungen von 7 Uhr, die um 7 Uhr 50 von Lindenberg gefunkt werden, eine Wetterkarte gezeichnet, die der Flugmeteorologe mit dem Flieger bespricht. Gleichzeitig erhält der Flieger Auskunft über die Höhenwindverhältnisse, weil sich danach seine Flugzeit und Flugrichtung ändert. Da der Höhenwind zwischen Berlin und München sich öfters ändern kann, müssen Angaben von mehreren Stellen, z. B. von Berlin, Halle, Fürth und München vorliegen. Kurz vor 9 Uhr laufen dann von den schwierigen Punkten auf der Strecke Streckenmeldungen ein. Alle die angeführten Angaben werden kurz in dem sogenannten Wetterzettel zusammengefaßt, den der Pilot vor dem Abflug ausgehändigt bekommt. Befinden sich auf der Strecke nach einer oder mehreren Meldungen z. B. Nebelgebiete, so wird die Flugwetterwarte Berlin einen Ort in diesem Nebelgebiet anrufen und festzustellen versuchen, ob der Nebel noch anhält. Wenn der Flug nicht unmittelbar von Berlin nach München geht, ist die Situation erheblich einfacher insofern, als die Strecke kürzer wird. Es wird also z. B. Berlin nach Halle, Halle nach Fürth und Fürth nach München beraten, niemals wird ein Flugzeug aber ohne Beratung bleiben müssen.

[1]) Berlin 1921, Dietrich Reimer.

Und nun eine Frage von der anderen Seite: Ist all dieser Aufwand für die Durchführung des Luftverkehrs notwendig? Die einfachste Beantwortung dieser Frage dürfte darin liegen, daß gerade die Luftverkehrsgesellschaften heute nicht mehr ohne Wetterdienst arbeiten wollen; und eine andere Frage: Leistet die Wetterberatung das, was sie soll? Dazu kann man auf die Ergebnisse des planmäßigen Luftverkehrs hinweisen, die im vergangenen Flugjahre keinen tödlichen Unfall durch Wettereinflüsse zu verzeichnen hatten.

So hat sich heute ein großer Zweig des Wetterdienstes entwickelt, der nur für den Luftverkehr tätig ist und für ihn sich bereits als unentbehrlich erwiesen hat. Mit dem Wachsen des Luftverkehrs wachsen die Aufgaben des Flugwetterdienstes. Die Zusammenarbeit von Wissenschaft und Praxis wird auch hier für beide Teile sich als förderlich erweisen.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Vorlesungen über Differential- und Integralrechnung. Von R. Courant. Erster Band: Funktionen einer Veränderlichen. Berlin 1927, Julius Springer. Mit 127 Textfiguren. XIV u. 410 S. Preis geb. RM 18.60.

Zwei Punkte sind es vor allem, die dem vorliegenden Buch ein besonderes Gepräge geben und die ihm unter der großen Zahl gleichartiger Darstellungen einen der ersten Plätze zuweisen. Zunächst die allgemeine Tendenz, die der Verfasser selber im Vorwort sehr deutlich mit folgenden Worten umschreibt: „Die Darstellung der Wissenschaft als geschlossenes System in sich ruhender Wahrheiten ohne eine Erinnerung an Herkunft und Ziel hat einen ästhetischen Reiz und bedeutet die Erfüllung eines tiefen philosophischen Erkenntnisdranges. Aber als ausschließliche grundsätzliche Einstellung oder als didaktisches Prinzip gegenüber Anfängern ist der Standpunkt der abstrakt logischen, in sich gekehrten Wissenschaft eine große Gefahr. Mathematische Analysis treiben und dabei den Anwendungen und der Anschauung den Rücken drehen, das heißt, die Wissenschaft rettungslos dem Schicksal der Vertrocknung und Verkümmerung preisgeben. Es scheint mir eine überaus wichtige Aufgabe, den Lernenden von Anfang an vor einem dünkelhaften, allzu bequemen Purismus zu bewahren.“

Der so gekennzeichneten Auffassung entsprechend verzichtet das Buch grundsätzlich darauf, bei aller Wahrung mathematischer Strenge und Präzision, den Anwendungen fernliegende Ausnahmefälle zu besprechen. In den Beweisführungen wird mit aller Deutlichkeit auf die Stellen hingewiesen, die einer Ergänzung oder eines Ausbaues bedürfen; aber es bleibt einem späteren Studium überlassen, diese Lücken auszufüllen. Wer möglichst direkt den Weg zu den Anwendungen gehen will, ohne sich in die logische Grundlegung der Wissenschaft zu vertiefen, bleibt so unbelastet mit an und für sich interessanten und auch notwendigen Untersuchungen, die für ihn aber nur unnötigen Ballast bedeuten.

Der zweite Punkt betrifft die Auswahl und die Anordnung des Stoffes. Besonders bemerkenswert erscheint hier die Voranstellung der Integralrechnung und die gleichmäßige Behandlung des Infinitesimalgedankens im gemeinsamen Aufbau der Differential- und Integralrechnung. Alles für die Anwendungen Nötige wird geboten, und zahlreiche Beispiele aus den Naturwissenschaften und aus der Technik zeigen dem Anfänger den Weg, auf dem er vorankommen kann. Über den üblichen Stoff hinausgehend enthält das Buch Abschnitte über numerische Methoden, Fouriersche Reihen, trigonometrische Interpolation und die Differentialgleichungen der einfachsten Schwingungsvorgänge.

Hervorhebung verdient noch, daß das Buch in außerordentlich klarer und eleganter Sprache abgefaßt ist, und daß es in dieser Beziehung den besten französischen Vorbildern nichts nachgibt.

Es ist zu hoffen, daß dieses Buch einen Markstein darstellen wird für die Abkehr von dem Streben, schon dem Anfänger schwerste wissenschaftliche Kost vorzusetzen, die er unmöglich verdauen kann, und die ihn nur den frischen Wagemut einbüßen läßt, mit dem er angewandte Probleme angreifen sollte. *W. Kramer.*

Einführung in die höhere Mathematik. Für Naturforscher und Ärzte. Von J. Salpeter. Dritte verbesserte Auflage. Jena 1926, Verlag Gustav Fischer. XI und 387 Seiten, Preis RM 16.-; geb. RM 18.—

Verfasser bemüht sich, den besonderen Bedürfnissen des Leserkreises, für den er sein Buch bestimmt, gerecht zu werden, indem er überall mit der „naiven“ geometrischen Anschauung arbeitet und auf die Arithmetisierung Verzicht leistet. Dies wird man billigen können, solange beim Leser nicht der Eindruck erweckt wird, als ob die vorgetragenen Definitionen und Beweise allen Anforderungen wissenschaftlicher Strenge Genüge leisten. Hervorgehoben verdient zu werden, daß jedenfalls der Begriff des Differentialquotienten auf dem strengen Begriff des Grenzwertes einer Zahlenfolge begründet ist. Das Buch bringt in drei Teilen Differential- und Integralrechnung einschließlich der gewöhnlichen Differentialgleichungen zweiter Ordnung und der bestimmten Integrale und unendlichen Reihen und Reihenentwicklung von Funktionen einschließlich der Fourierschen Reihen. Der Anhang enthält einen Exkurs über den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik sowie über stetige und unstetige Funktionen. Überall sind Übungsbeispiele eingestreut, die hauptsächlich dem Interessenkreis der Naturforscher entnommen sind.

Der Umstand, daß seit 1912 die dritte Auflage des Buches nötig geworden ist, scheint dafür zu sprechen, daß das Buch seinen festen Leserkreis gewonnen hat. *W. Kramer.*

Höhere Mathematik. Für Mathematiker, Physiker und Ingenieure. Von R. Rothe. Teil I: Differentialrechnung und Grundformeln der Integralrechnung nebst Anwendungen. 2. Auflage. (Teubners Technische Leitfäden, Band 21.) Leipzig und Berlin 1927. VII und 186 Seiten. Preis RM 5.—.

Wie der Verfasser in seinem Vorworte hervorhebt, „ist das im ersten Bändchen vorliegende, auf drei Teile berechnete Werk aus den einführenden akademischen Vorlesungen hervorgegangen, die er für Studierende der Mathematik, der Physik und der verschiedenen Ingenieurwissenschaften zu wiederholten Malen gehalten hat. Auf die Beziehungen des rein mathematischen Stoffes zu den Anwendungen und zu den Verfahren der praktischen Mathematik ist daher großes Gewicht gelegt, ohne daß jedoch das rein mathematisch Wertvolle beiseite gelassen wäre".

Die zweite Auflage stimmt mit der ersten im wesentlichen überein; sie hat im ganzen eine Seite an Umfang gewonnen. Der Lehrer der Mathematik an höheren Schulen wird aus dem Buche zweierlei entnehmen können: Erstens wie er seinen Unterricht auf eine strenge Grundlage stellen kann, ohne den Zusammenhang mit der „naiven" Anschauung zu verlieren. Zweitens geben ihm die ganz ausgezeichneten praktischen Beispiele Anleitung dafür, wie er in seinem Unterricht die Beziehungen zur Praxis pflegen kann. Auch in den Händen der Studierenden wird das frisch und übersichtlich geschriebene Buch sich nützlich erweisen. *W. Kramer.*

Einführung in die Elemente der höheren Mathematik. Von Hans Hahn, ord. Prof. a. d. Univ. Wien und Heinrich Tietze, ord. Prof. a. d. Univ. München. Mit 83 Figuren im Text. Leipzig 1925, Verlag von S. Hirzel. Preis geh. RM 18.—, geb. RM 20.—.

Eine für den Naturwissenschaftler sehr geeignete Einführung in die Grundlagen der höheren Mathematik liegt hier vor. Sie hält die Mitte zwischen ausführlicheren, mehrbändigen Werken und einfacheren und zeichnet sich aus durch sachliche Gründlichkeit bei gleichwohl nicht schwerfälliger Darstellung. Ausgehend von der unendlichen Zahlenfolge mit den Konvergenz- und Divergenzkriterien baut die Darstellung in neuerer Anschauung auf den reinen Grenzwertbegriff auf und führt über die Funktion sicher und klar zu den Grundbegriffen Ableitung oder Differentialquotient und Integral. Etwas mehr mathematisch gehalten, wie die ganz für Naturwissenschaftler geschriebenen Werke, eignet sie sich auch für etwas abstrakter Denkende zum Studium dieser Disziplin, auch ohne irgendwelche Vorbereitung. Besonders hervorgehoben seien die unter anderen Vorzügen sich geltend machende starke Betonung der Anschaulichkeit im richtigen Maß, sowie die zahlreichen Hinweise auf naturwissenschaftliche Beispiele mit teilweise eingehender Ausführung, wo immer es von Bedeutung schien, bis zur Verwendung in grundlegender Ausgangsbetrachtung. In treffender Weise wird die heutige Stellungnahme zu den früher üblichen Darstellungen der Grundbegriffe gelegentlich beleuchtet und der Differentialquotient nur als Grenzwert behandelt, als Ableitung. Differentiale und unendlich kleine Größen werden umgangen. In dieser Hinsicht scheint uns bei der Integralaufstellung in der gebräuchlichen Integralform eine Lücke zu bestehen, die der Verfasser mit den unbefriedigenden Worten: „Wir schreiben nun: $\int g(x)\,dx$" schließt (vgl. S. 221). Auch an anderen Stellen haben wir einiges vermißt, wie z. B. im ersten Hauptteil „Von den Zahlen" eine Berücksichtigung der imaginären und komplexen Zahl, im zweiten Hauptteil: „Von den Funktionen" ein Eingehen auf die hyperbolischen Funktionen und ihre Inversionen, im dritten Teil: „Differentialrechnung" eine noch ausführlichere Behandlung der Maxima und Minima mit Beiziehung der höheren Ableitungen im Hinblick auf die anderen Möglichkeiten, im vierten Teil: „Integralrechnung", die besondere Erwähnung der Integralformel, die sich aus der Differentialformel des Logarithmus als Umkehrung ergibt, sowie die Beachtung der Polarkoordinaten neben den rechtwinkligen, schon früher und hier in bezug auf Bogen- und Flächendifferential. Viel zu kurz gekommen scheinen uns die den Schluß bildenden Differentialgleichungen und die nur als Anhang aufgenommenen Funktionen von mehreren Veränderlichen mit der partiellen Ableitung, sowie die nur auf 3 Seiten im Doppelintegral vertretenen mehrfachen Integrale.

Eine noch weitergehende Fortsetzung des Werkes in seiner Art wäre ferner sehr zu begrüßen.

Die ganze Darstellung erweist sich als eine sehr korrekte, in ihrer Art und Weise durchaus befriedigende Fassung, nicht zu knapp, um deutlich zu bleiben, aber auch nicht zu breit und weitgehend, um in erster Linie dem Naturwissenschaftler und Freund der angewandten Mathematik das zu sein, was er sucht. Das dürfte der Schrift in allen wesentlichen Punkten und insbesondere im Dargebotenen auch wirklich sehr gut gelungen sein. *W. Koestler.*

Gewöhnliche Differentialgleichungen. Von K. Fladt. (Mathematisch-physikalische Bibliothek Band 72.) Leipzig 1927, Teubner. 67 Seiten. Preis RM 1.20.

An Hand typischer und zugleich für Geometrie, Physik und Technik wichtiger Beispiele will Verfasser in das Wesen der Theorie der Differentialgleichungen einführen. In fünf Abschnitten bespricht der Verfasser den Begriff der gewöhnlichen Differentialgleichungen erster Ordnung und ersten und höheren Grades, gewöhnliche Differentialgleichungen zweiter Ordnung, Systeme von zwei gewöhnlichen Differentialgleichungen und den integrierenden Faktor. Überall wird das geometrische Bild in den

Vordergrund gestellt und die Existenz der Lösung besprochen. Berichterstatter hat bei dem anregend geschriebenen Bändchen nur ein Bedenken: Für Schüler scheint ihm das Bändchen nämlich noch nicht, für Studierende nicht mehr in Betracht zu kommen. Welchen Leserkreis soll es finden? Es sollte ihn freuen, wenn der Erfolg des Buches ihn anders belehrte! *W. Kramer.*

Mathematische Aufgaben aus der Technik. 89 Aufgaben mit 350 Unteraufgaben. Von M. Hauptmann. VI und 111 Seiten. Leipzig 1927, Teubner. Preis RM 3.60.

Seit einiger Zeit ist die Pflege der technischen Anwendungen im mathematischen Unterricht an den höheren Lehranstalten geradezu zur „großen Mode" geworden. Wer diese Mode mitmachen will, findet in dem vorliegenden Buche Anregung und Auswahl von Beispielen. Dem Berichterstatter scheint allerdings dabei die Gefahr zu bestehen, daß der rein mathematische Fortschritt durch allzuviel technischen Kleinkram überwuchert wird. Das mathematische Rüstzeug, welches in dem Buche benutzt wird, ist verhältnismäßig umfangreich. Nach Ausweis des Sachverzeichnisses am Schlusse werden herangezogen: Differential- und Integralrechnung, Differentialgleichungen, Interpolation, Fehlerrechnung, darstellende Geometrie und Praxis des Rechenschiebers. Die Aufgaben sind den folgenden Gebieten entnommen: Geschichte der Technik und des Eisens, Stoffkunde, Festigkeitslehre und Statik der Bauwerke, Lehre von den Maschinenteilen, Arbeits- und Kraftmaschinen, Bergbau und Hüttenwesen, Schiff- und Luftschiffbau, Eisen- und Brückenbau, Eisenbahnwesen, Erd- und Straßenbau, Wasserbau, Wasserversorgung und Kanalisation.

Dem Lehrer der technischen Schulen mag das Buch willkommen sein. *W. Kramer.*

Handbuch der Experimentalphysik. Herausgegeben von W. Wien und F. Harms. Band 1: Meßmethoden und Meßtechnik von Ludwig Holborn (mit 218 Abb.) und Technik des Experiments von Ernst von Angerer (mit 28 Abb. und 1 Tafel). 484 S. Leipzig 1926, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. Brosch. RM 40.—; geb. RM 42.—.

Dem ersten Teil dieses Bandes sind die Einheiten vorausgeschickt in kurzer, klarer und übersichtlicher Zusammenstellung. Sie nehmen bekanntlich ihren Ausgang vom Metermaß, das jetzt überall in der Wissenschaft im Gebrauch ist, obwohl die Angelsachsen auch heute noch in der Technik und Wirtschaft Pfund und Yard verwenden. Während in allen übrigen Teildisziplinen der Physik sich das C.-G.-S.-System durchgesetzt hat, ist es bisher noch nicht gelungen, ihm in der Lichtmessung zum Recht zu verhelfen. Alle Versuche dazu waren bisher ohne rechten Erfolg. So ist das alte Flammenmaß, die Hefnerkerze, in Deutschland in Anwendung geblieben, während Amerika, England und Frankreich eine andere Einheit benutzen, die zwar ursprünglich als ein Teil einer absoluten Einheit, der Violleschen, die sich aber nicht verwirklichen ließ, definiert, aber in der Praxis durch ein willkürliches Maß ersetzt wurde. Den Einheiten folgen die Meßmethoden der Mechanik, wobei mit Vorteil die Kompressibilität von den übrigen Druckmessungen getrennt ist. In dem Abschnitt über die Meßmethoden der Wärmelehre sind besonders die Temperaturmessungen sowie die Bestimmungen der Wärmemenge eingehend behandelt. Einen breiten Raum nimmt naturgemäß auch die Meßtechnik der Elektrizität und des Magnetismus ein, die sich gliedert in elektrische Grundmaße, Widerstand, Stromstärke, Spannung, Elektrizitätsmenge, Kapazität, Induktivität und Leistung und Arbeit des Stromes; temporärer und permanenter Magnetismus, magnetische Feldstärke, Magnetisierung ferromagnetischer Stoffe und schwachmagnetischer Stoffe. Den Schluß dieses ersten Teiles bilden die photometrischen Meßmethoden. Bei der ersten Durchsicht dieses Teiles wird man manches vermissen, was man erwartet hat. Doch hat sich der Verfasser wohl mit Recht darauf beschränkt, nur die Grundlagen der Meßtechnik in den einzelnen Gebieten der Physik zu bringen, um nicht der Darstellung in den übrigen Bänden dieses Handbuches vorzugreifen. Auch wird so die Übersicht über das Ganze besser gewahrt und das Buch gut lesbar. Hierzu trägt auch noch der Umstand bei, daß der Text nicht mit Literaturzitaten überhäuft ist, sondern nur die neuere Literatur sowie die für die Entwicklung der Meßtechnik wichtigen Arbeiten zitiert sind.

Im zweiten Teil bringt E. v. Angerer sehr wertvolle Winke und Angaben über die Technik des Experiments. Da finden wir einleitend einige Werkstoffe von physikalischer Bedeutung behandelt, unter denen man allerdings die Holzarten, deren Kenntnis dem Physiker nötig ist, vermißt. Dann folgen Löten, Schweißen, Kitten, Arbeiten, die im Laboratorium der Schulen nur zu häufig ausgeführt werden müssen. Die Bearbeitung von Glas ist hier auch gut dargestellt und die Versilberung von Glas und verwandte Methoden zur Herstellung dünner Metallüberzüge behandelt, während die Galvanoplastik gesondert besprochen wird. Die Vakuumtechnik, die heute eine große Rolle spielt, ist nur kurz behandelt, doch reichen die Angaben für die Laboratorien der Schulen vollständig aus. Dünne Folien, feine Drähte und Quarzfäden herzustellen und richtig zu behandeln, lehrt das nächste Kapitel, dem Isolatoren und hochohmige Widerstände sowie Thermoelemente folgen. Die Behandlung der photographischen Technik ist doch wohl etwas zu knapp bemessen. Kurz folgen die elektrischen Laboratoriumsöfen und die kolloidalen Lösungen. Nach den galvanoplastischen Überzügen beschließen verschiedene Kunstgriffe diesen zweiten Teil des Buches. Er wird vielen Physikern im Laboratorium bei den meisten Arbeiten mit Rat zur Seite stehen können. Daher kann das Buch zur Beschaffung empfohlen werden. Es wird sich bei den Arbeiten in der Werkstatt und bei den Vorbereitungen sehr bezahlt machen.

A. Wenzel.

Leitfaden der praktischen Experimentalphysik für Vorlesung und Unterricht. Von R. Mecke, unter Mitwirkung von A. Lambertz. VI, 195 S. mit 162 Abb. Berlin 1926, Julius Springer. Brosch. RM 9.60; geb. RM 10.80. (Sonderausgabe des Beitrages „Vorlesungstechnik" im Handbuch der Physik, Bd. I, herausgegeben von H. Geiger und Karl Scheel.)

Das Buch ist ein unveränderter Abdruck der Vorlesungstechnik aus Band I des von H. Geiger und K. Scheel herausgegebenen Handbuchs der Physik. Es ist aus der Tätigkeit des Verfassers als Vorlesungsassistent entstanden und wendet sich demgemäß an die Hochschullehrer, denen es ein praktischer Berater bei der Vorbereitung der Vorlesungen ist. Aber auch den Schulphysikern vermag es viel zu geben. Einerseits bietet es gute Winke für die Vorbereitung vieler Vortragsexperimente, und anderseits enthält es auch bei den einzelnen Kapiteln mancherlei Anleitungen für Wiederherstellungs- und Neuarbeiten im Laboratorium. Wenn auch für die Schulphysik einige gute Vorbereitungsbücher praktischer Richtung bestehen, so sind sie doch teilweise bei dem schnellen Fortschritt der Unterrichtstechnik nicht mehr auf der Höhe der heutigen Wissenschaft. Dazu kommt noch, daß bei den meisten Schulphysikern die Zeit ihrer Hochschullaboratoriumsarbeiten weit zurückliegt und sie es daher mit Freude begrüßen werden, wieder einen Einblick in die moderne Vorlesungstechnik der Hochschulen tun zu können. Mit großem Vorteil vor anderen „Techniken" der Physik unterläßt es der Verf., die bekannten Versuche eingehend zu beschreiben. Ebenso fehlen auch die hinreichend bekannten Aufzählungen von Einrichtungsgegenständen des Physiksaals. Nur das Wichtige ist angeführt, und zwar kurz und doch verständlich, wodurch die Reichhaltigkeit wesentlich gewinnt. Dabei sind überall mögliche Schwierigkeiten erörtert, was besonders wertvoll ist. Allen Abschnitten sind die wichtigsten Daten sowie viele Abbildungen, Schaltungsskizzen usw. beigegeben, die deren Zusammensuchen aus der verstreuten Literatur ersparen und für Vorlesung und Schulunterricht gleich wichtig sind. Über die Einteilung des Buches ist nichts zu sagen; sie weicht nicht von der üblichen ab. So liegt hier ein Buch vor, dessen Benutzung auch den Schulphysikern — und nicht nur den jüngeren! — viel Anregung geben wird. *A. Wenzel.*

Lehrbuch der Physik. Von Theodor Wulf S. J. Freiburg i. Br. 1926, Verlag Herder & Co. G. m. b. H. XIV und 512 Seiten, 143 Figuren. Geh. RM 15.50; geb. RM 17.50.

Das „Elementare Lehrbuch der Physik" des Jesuitenpaters Ludwig Dressel, das vor mehr als 30 Jahren zum ersten Male und seitdem in vielen Auflagen erschienen war, war seit einigen Jahren vergriffen. Die neue Bearbeitung ist durch den Schüler und Amtsnachfolger des ersten Verfassers erfolgt. Der neue Verfasser ist in den Kreisen der Physiker durch eine Reihe von Arbeiten bekannt, von denen er auch einige in dieser Zeitschrift veröffentlicht hat. Ein ganz neues Werk ist unter seiner Feder entstanden. Charakteristisch für die Anlage des Buches ist es, daß es die Ergebnisse und die Anschauungen der modernen Physik nicht nur berücksichtigt, sondern daß es diese neuen Erkenntnisse grundsätzlich in den Gesamtstoff hineinarbeitet. Man kann nur die Kunst der Darstellung bewundern, mit der hier in elementarer Form dem Leser ein Bild der Physik entworfen wird, wie es sich dem Auge des Physikers von heute tatsächlich darbietet. Die Darstellung ist im besten Sinn allgemeinverständlich, sie ist klar und ausführlich, niemals etwa trocken, stets anregend. Von mathematischen Hilfsmitteln wird nur sehr wenig Gebrauch gemacht. Man möchte manchmal wünschen, daß etwas mehr Abbildungsmaterial geboten wird.

Die Stoffgruppierung ist die gleiche, wie man sie meist findet. Neue Bezeichnungen sollen darauf hinweisen, daß die Anschauungen der Atomistik überall eingearbeitet sind. Die Überschriften der Hauptkapitel lauten: Die Körperwelt (hier werden Mechanik und Akustik behandelt); der Aufbau der Körperwelt aus Atomen (Wärmelehre); der Aufbau des Atoms (Magnetismus und Elektrizität); Physik des Äthers (Optik aller Wellenlängen). Entsprechend der ganzen Einstellung des Verfassers werden die Leser auch mit noch ungelösten Problemen der Physik bekannt gemacht (z. B. mit den Schwierigkeiten der Lichtätherfrage, der Diskrepanz zwischen Wellen- und Quantentheorie usw.). Es ist verständlich, daß man dabei nicht jedem einzelnen Urteil des Verfassers zustimmen wird, aber das ist unwesentlich. Alles in allem gibt das Buch eine vorzügliche Einführung in die moderne Physik, und es kann allen, Physikern und Nichtphysikern, und ganz besonders „solchen, die vor Jahren physikalische Studien getrieben haben und jetzt ihr Wissen ergänzen möchten, ohne jedoch zu einem Nachlesen der Einzelarbeiten die Zeit zu finden", auf das wärmste empfohlen werden. Studenten und Lehrer an höheren Schulen werden es mit großem Gewinn zur Hand nehmen.

E. Lamla.

Grimsehl, Lehrbuch der Physik für Realanstalten. I. Teil: Unterstufe. Bearbeitet von Dr. Joh. Kraemer und Otto Wolfrum. 7. Aufl. Leipzig und Berlin 1927, B. G. Teubner. 295 S. 421 Abb. Preis geb. RM 5.—.

Das Grimsehlsche Lehrbuch ist in weitgehender Weise auf Versuche aufgebaut, was von besonderer Bedeutung für den Unterricht in der Unterstufe ist. Der systematische Aufbau der einzelnen Hauptabschnitte nach den bewährten Grundsätzen des Verfassers ist wie in den früheren Auflagen beibehalten worden. Die mathematische Herleitung der physikalischen Gesetze ist im allgemeinen unterblieben und nur in einfachen Fällen benutzt. Am Schluß des Buches ist eine kurze Zusammenstellung von Aufgaben für Schülerübungen gegeben.

Unter Berücksichtigung der Forderungen der

neuen Lehrpläne sind in der neuen Auflage des wohlbewährten Buches einige Umstellungen und Erweiterungen des Stoffes vorgenommen worden; Abschnitte über Zentrifugalpumpe, Nachbilder, Kinematographie, Linienspektren und Spiegelfernrohr sind eingefügt, die Kapitel über Verbrennung und elektrische Schwingungen umgearbeitet worden. Sehr zu begrüßen ist auch die Einführung kurzer geschichtlicher Rückblicke, welche die Entwicklung der verschiedenen Gebiete und die Verdienste der großen Forscher in großen Zügen darstellen.

Die Reichhaltigkeit des Stoffes, die Berücksichtigung auch neuerer technischer Erfindungen, wie des Lenkballons, des Flugzeugs, der Sender für gedämpfte und ungedämpfte Wellen, die klare und leicht faßliche Darstellung, die vielen guten Abbildungen machen das Buch für einen modernen Physikunterricht in höchstem Maße geeignet. *Nickel.*

Einführung in die Elektrizitätslehre. Von R. W. POHL, Prof. der Physik an der Universität Göttingen. Mit 393 Abbildungen. Berlin 1927. Verlag Julius Springer. VII, 256 S. Preis geb. RM 13.80.

Das Buch ist aus dem Unterricht des Verfassers an der Universität Göttingen hervorgegangen und enthält im wesentlichen die Niederschrift des Abschnittes „Elektrizität" seiner zweisemestrigen Vorlesung über Experimentalphysik. „Die Vorlesung wendet sich an den großen Kreis aller naturwissenschaftlich und technisch interessierten Studierenden".

Obgleich das Buch also für Hochschüler bestimmt ist, enthält es kaum mehr Stoff als manche in letzter Zeit erschienenen Schulphysikbücher; dem Charakter des Buches entsprechend fehlen das Atommodell von BOHR und die Relativitätstheorie von EINSTEIN. Außerdem ist die mathematische Behandlungsweise nur selten benutzt.

„Auswahl und Anordnung des Stoffes sind so getroffen, daß die Zusammenhänge zwischen den experimentellen Tatsachen deutlich hervortreten. Der Leser soll eine Vorstellung von der großartigen Synthese gewinnen, die der heutigen Elektrizitätslehre gelungen ist. Außerdem soll die gewählte Darstellung den Übergang von den Lehrbüchern der Experimentalphysik zu den Werken der theoretischen Physik erleichtern.

Alle Zahlenangaben benutzen die Einheiten, in denen unsere heutigen Meßinstrumente geeicht sind, nämlich Ampere und Volt. Die Benutzung des Volt-Ampere Maßsystems läßt die wichtigsten Zusammenhänge in eindringlicher Klarheit hervortreten. Die Abkehr von den sogenannten absoluten Einheiten der Elektrizitätslehre bedarf keiner Rechtfertigung mehr, seitdem GUSTAV MIE 1910 sein so überaus anregendes „Lehrbuch der Elektrizität und des Magnetismus" herausgegeben hat.

Die Versuche sind durchweg einfach gehalten. Sie zeigen nach Möglichkeit das wesentliche frei von zufälligem äußerlichem Beiwerk. Auch erfordern sie nur einen sehr bescheidenen Bestand technischer Hilfsmittel."

Was der Verfasser hier verspricht, hat er vollauf gehalten und damit ein Buch geschaffen, das den physikalischen Unterricht auf den höheren Schulen hinsichtlich Stoffauswahl, Stoffbehandlung, Schauversuch und Methode einschneidend beeinflussen wird. Hiermit soll aber nicht gesagt sein, daß die POHLsche Elektrizitätslehre nun ohne weiteres auch für den Schulunterricht geeignet sei. Das ist keineswegs der Fall; z. B. werden wohl die meisten Schulphysiker die von dem Verfasser bevorzugten, vorzüglichen Projektionen von elektrischen und magnetischen Kraftfeldern, von Geräten und Versuchsanordnungen nicht in ihren Unterricht übernehmen wollen. Was eben für ein Riesenhochschulauditorium unerläßlich ist, braucht selbst nicht einmal für eine große Schulphysikklasse geeignet zu sein. Weiter wird das Kapitel VI „Anwendungen des Kraftflusses, insbesondere Generatoren und Motoren" als etwas zu knapp abgekommen bezeichnet werden müssen. Das letzte Kapitel „elektrische Wellen" zeigt Geräte und Versuchsanordnungen, die nicht leicht zu bedienen sind.

Die wenigen für die Schule notwendigen Abänderungen können aber nicht im geringsten den hohen Wert der vorliegenden Elektrizitätslehre herabsetzen. Das Buch steht wie aus einem Guß, zeigt Eigenart, wenig Übernommenes und ist frei von Ballast.

Die Elektronenlehre (elektrische Substanzen) verwendet Verfasser allenthalben mit großem didaktischem Geschick und befestigt die Meinung, daß ohne diese ein vertiefter Unterricht undenkbar ist.

„Groteske Schwerfälligkeit im Schreiben" wird den Verfasser hoffentlich nicht abhalten, uns Lehrern an höheren Schulen auch die noch fehlenden Teile zu bescheren.

Abbildungen, Druck und Ausstattung entsprechen den Traditionen des bekannten Verlags. Der niedrige Preis trägt hoffentlich dazu bei, daß das Buch große Verbreitung finden wird.

A. Semiller.

Die Linsenoptik in der Schule. Von WILHELM VOLKMANN. (Heft 12 der „Abhandlungen zur Didaktik und Philosophie der Naturwissenschaft". Herausgegeben von K. METZNER.) Berlin 1927, Julius Springer. 104 Seiten mit 85 Abbildungen. Preis RM 7.50.

Die vorliegende Abhandlung ist das Ergebnis einer eindringenden Beschäftigung mit dem Problem, die Linsenoptik in einer den Bedürfnissen des Schulunterrichtes angemessenen Form darzustellen. Der Verfasser geht grundsätzlich neue Wege. Seine Gedanken, für die er mehrfach in Wort und Schrift eingetreten ist, stehen im betonten Gegensatz zu dem Lehrgange der üblichen Schulbücher, insofern er rein erfahrungsgemäß, ohne das Brechungsgesetz zu benutzen, wichtige Eigenschaften der Linsen entwickelt

und dann ohne Schwierigkeit das Verständnis einfacher und zusammengesetzter optischer Einrichtungen vermittelt. Im Anschluß daran zeigt er, wie man durch einfache Versuche die Linsenfehler gesondert nachweisen und in einigen Fällen auch beheben kann. Es erscheint dem Verfasser wünschenswert und nach der von ihm entwickelten Methode durchaus möglich, die Grundeigenschaften der Linsen frühzeitig auf der Unterstufe zu behandeln. Da der vorgeschlagene Lehrgang anderweitige Kenntnisse nicht voraussetzt, so läßt er sich sicherlich an irgendeiner Stelle in den Unterricht einschieben. Man könnte es auch rechtfertigen, die Versuche ganz an den Anfang zu stellen, weil unser Auge und die zur Steigerung seiner Leistung gebräuchlichen Einrichtungen unsere wichtigsten Beobachtungsmittel sind. Bei der Behandlung der Linsenoptik auf der Unterstufe handelt es sich nicht um das Verständnis tiefer physikalischer Zusammenhänge, sondern um die Kenntnis der Einrichtung und Handhabung oft gebrauchter Werkzeuge.

Die rechnende Optik wird ganz auf die Oberstufe verwiesen — soweit hierfür Zeit vorhanden sein sollte. Auch auf diesem Gebiete weichen die Vorschläge des Verfassers vom Herkommen ab. Er beginnt unter Einhaltung einer übersichtlichen Bezeichnungsweise die Untersuchung auf möglichst breiter Grundlage, um deutlich erkennen zu lassen, welche Ursachen schließlich zu einer Beschränkung auf das Paraxialgebiet zwingen.

Ein Anhang enthält Ausführungen über das Normblatt für Diapositive und über Bildwurfeinrichtungen im Klassenzimmer.

Volkmann stützt sich im experimentellen Teil auf die Erfahrungen einer langjährigen Praxis und zeigt namentlich auf dem Gebiete der Projektion, daß man mit einfachen Hilfsmitteln bemerkenswert gute Erfolge erzielen kann. Die vorgeschlagenen Versuche sind vortrefflich geeignet, die Schüler zur Selbsttätigkeit anzuspornen und in das Verständnis der optischen Instrumente einzuführen. Die Bemerkungen über die rechnende Optik werden manchem Lehrer willkommen sein, auch wenn er zur Zeit keine Möglichkeit sieht, sie im Unterricht in die Tat umzusetzen.

Im ganzen ist dem Büchlein weiteste Verbreitung zu wünschen. *Rudolf Girke.*

Probleme der Atomdynamik. Erster Teil: Die Struktur des Atoms. Zweiter Teil: Die Gittertheorie des festen Zustandes. Dreißig Vorlesungen, gehalten im Wintersemester 1925/26 am Massachusetts Institute of Technology. Von Max Born. VIII, 184 S. mit 42 Abb. und 1 Tafel. Berlin 1927, Julius Springer. Geh. RM 10.50; geb. RM 12.—.

Aus berufenster Feder liegt hier ein Buch vor, das eine Darstellung der Forschungsgebiete, seiner Probleme und Ergebnisse gibt, an denen der Verfasser selbst mitgearbeitet hat und um deren Lösung er mit anderen noch heute am Werke ist. Von den dreißig Vorlesungen beziehen sich zwanzig auf die Struktur des Atoms, während der Rest der Gittertheorie des festen Zustandes gewidmet ist. Zunächst zieht er einen Vergleich zwischen der klassischen Kontinuitätstheorie und der Quantentheorie und gibt die wichtigsten experimentellen Resultate über die Struktur der Atome. Nach Einführung in die allgemeinen Quantenbedingungen und ihre mathematischen Grundlagen geht er auf die Theorie des Atoms vom Wasserstoff mit der Relativitätskorrektion ein und zeigt, wie weit die theoretische Erörterung der übrigen Atome gediehen ist. Das führt zu Bohrs Aufbauprinzip und der Rolle, die das Bogen-, Funken-, und Röntgenspektrum spielen. Die Schwierigkeiten der Bohrschen Methode, besonders bei der Erklärung der Multiplettstruktur der Spektrallinien, gaben Veranlassung zur Entwicklung der neuen Quantentheorie, die nun bis auf ihren heutigen Stand verfolgt wird. So kommt er auch zu der Pauli schen Theorie des Wasserstoffatoms, zur Deutung der Spektren der Alkaliatome auf Grund der Uhlenbeck-Goudsmit schen Hypothese und der Quantenmechanik, sowie zu den Zusammenhängen, wie sie sich z. B. zwischen dem Pauli schen Prinzip und der Struktur des periodischen Systems finden. Den Schluß des ersten Teils bildet dann der Versuch des Verfassers, die Theorie aperiodischer Vorgänge mit Hilfe einer allgemeinen Operatorrechnung zu entwickeln. Der zweite Teil, die Gittertheorie des festen Zustandes, ist „hauptsächlich ein Referat über einige Abschnitte des Buches des Verfassers über ‚Atomtheorie des festen Zustandes‘ und über die seit dessen Erscheinen veröffentlichten Arbeiten auf diesen Gebieten“ (Vorwort). Neben der Theorie des Aufbaus der festen Körper werden physikalische und chemische Eigenschaften derselben in ihrem Zusammenhang mit der Gittertheorie behandelt. So finden wir aus der Gittertheorie die Elektronenaffinität der Halogene, die Dissoziationswärme polarisierbarer Gitter entwickelt mit einem Ausblick auf die Molekülbildung. Die chemische und die physikalische Mineralogie sind eingehend in diesem Zusammenhang erörtert, die elastischen und elektrischen Eigenschaften der Kristalle sowie die Kristalloptik, soweit sie hier von Bedeutung sind, behandelt. Auch die Thermodynamik der Kristallgitter ist in ihrer Beziehung zur spezifischen Wärme, zur thermischen Ausdehnung der Kristalle und zur Pyroelektrizität zum Schluß herangezogen. So finden wir hier in diesem Buche die wesentlichsten Forschungsziele und die wichtigsten bisherigen Methoden der Atomdynamik in klarer Darstellung. Dabei weist der Verfasser auf alle Schwächen und gedanklichen Härten der vorgetragenen Theorien hin und zeigt die Auswege, die bisher eingeschlagen sind, und was bisher damit erreicht worden ist, und führt so bis in die vorderste Front der Forschung. Jeder Physiker muß sich mit diesen neuen Theorien auseinandersetzen. Da kann das vorliegende Buch hervorragende Dienste leisten, sofern man ihm ein ernsthaftes Studium

widmet. Der dadurch gewonnene weite Überblick über alle einschlägigen Hauptprobleme wird die Mühe reichlich belohnen. *A. Wenzel.*

Anregung von Quantensprüngen durch Stöße. Von J. FRANCK und P. JORDAN. VIII, 312 S. mit 51 Abb. (Struktur der Materie in Einzeldarstellungen, herausg. von M. BORN u. J. FRANCK. III.) Berlin 1926, Julius Springer. Preis geh. RM 19.50; geb. RM 21.—.

Über einen Teil des im Titel genannten Gebietes der Atomforschung liegt seit 1925 eine Schrift von COMPTON und MOHLER vor, nämlich über die „Ionisierungs- und Anregungsspannungen", die aber sich nur auf die Methoden und Ergebnisse des Elektronenstoßverfahrens beschränkt und dementsprechend nur auf den Tatsachenkomplex und seine Deutung eingeht. Demgegenüber umfaßt das vorliegende Werk von FRANCK und JORDAN, wie schon sein Titel sagt, den ganzen in Betracht kommenden Fragenkomplex und geht auch auf die einschlägigen Grundprobleme der Quantentheorie ein. Das Experimentelle sowohl wie auch die Auswertung der Beobachtungen sind mit äußerst sachkundiger Kritik bearbeitet und so der Inhalt des Buches auf den modernsten Stand der Forschung gebracht, was bei den Verfassern als Pionieren und eifrigsten Arbeitern auf diesem Gebiete der Atomforschung nahe liegt. Von dem reichen Inhalt des Buches sei hier folgendes hervorgehoben. Nach einer kurzen Einführung in die Grundlagen der modernen Quantentheorie wird die Kinetik sehr langsamer Elektronen in Gasen und Dämpfen behandelt, wo bei den Methoden und Ergebnissen besonders der RAMSAUER-Effekt herangezogen wird und auch die grundlegenden Versuche von FRANCK und HERTZ, sowie des letzteren Theorie gebracht werden. Das zweite Kapitel geht auf die Methoden zur Bestimmung kritischer Potentiale durch Elektronenstoß ein und schließt naturgemäß auch die spektroskopische Beobachtung und Untersuchung der gebildeten Ionen mit ein. Dem folgen die Deutung und Zusammenhänge zwischen kritischen Potentialen und den Spektraltermen der Atome, wobei nach Wasserstoff und Helium die Spalten des periodischen Systems der Elemente einzeln in den Kreis der Erörterung gezogen werden. Hier findet man auch die Zahlenangaben wohl von allen kritischen Potentialen, die bisher an den Atomen der Elemente gemessen worden sind. Dann betritt der Leser die experimentell bisher nur wenig bearbeiteten Gebiete der Ausbeute an Quantensprüngen bei Elektronenstößen und des Umsatzes von kinetischer Energie und Wärmeenergie atomarer Gebilde in Anregungsenergie. Über die Umsetzung von Anregungsenergie gibt ein ausführliches Kapitel Aufschluß, das von den interessanten Methoden zur Bestimmung der Lebensdauer der angeregten Atome ausgeht und die theoretischen und experimentellen Grundlagen über Stöße zweiter Art zwischen Elektronen und Atomen, sowie Atomen und Molekülen erörtert. Daran schließt sich die damit zusammenhängende Begrenzung der Lebensdauer metastabiler Zustände durch Stöße, sowie die Depolarisation von Fluoreszenzlicht durch Stöße. Ein besonderes Kapitel ist den kritischen Potentialen von Molekülen von Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff, der Halogene und heteropolarer Moleküle gewidmet. Zum Schluß werden die Verknüpfungen von Quantensprüngen mit chemischen Reaktionen untersucht, ein Gebiet, dessen Erschließung wohl noch der Zukunft vorbehalten ist. Zahlreiche Tabellen und Figuren unterstützen und bereichern den Text, ohne Überflüssiges zu bringen. So liegt hier ein Buch vor, das bis auf den heutigen Stand der Forschung dieses für die Atomtheorie so fundamentalen Gebietes führt, wobei es nur die Kenntnis der Grundlagen der BOHRschen Atomtheorie und der Gesetzmäßigkeiten der Spektren voraussetzt, wie sie heute jedes gute Buch über die Atomtheorie bringt. Nicht nur dem Forscher wird es Anregungen bringen. Jeder Physiker sollte es lesen, weil es als erstes so erschöpfend und klar in dieses Gebiet der modernen Atomistik einführt. *A. Wenzel.*

Theorie des Wechselstromes in Einzeldarstellungen. Eine Einführung in die wissenschaftlichen Probleme der Starkstromtechnik, insbesondere zum Gebrauch an Technischen Hochschulen. Band 2: Magnetische und elektrische Felder. Von H. LOEWE, Dipl.-Ing. 88 Seiten mit 42 Abbildungen, Leipzig 1926, Verlag Hachmeister & Thal.

Der Verfasser hat sich die Aufgabe gestellt, eine kurze geschlossene Darstellung der Zusammenhänge und der Unterschiede in den Eigenschaften elektrischer und magnetischer Felder zu geben. Die vorgelegte Aufgabe ist durch die Schrift im wesentlichen als gelöst zu betrachten. In den meisten physikalischen und elektrotechnischen Lehrbüchern fehlt eine solche Darstellung, da sich das Gebiet infolge der dort häufig gewählten Anordnung des Stoffes über mehrere Kapitel zerstreut. Das Buch ist daher als wertvoller Beitrag zur elektrotechnischen Literatur zu begrüßen.

Nach einer Einleitung, die das Wichtigste aus der Potentialtheorie bringt, werden im ersten Teil die Eigenschaften der Felder von permanenten und Elektromagneten besprochen. Es wird die Berechnung von wirbelfreien und von Wirbelfeldern gezeigt, die Induktivität einiger Anordnungen bestimmt, ferner die magnetische Brechung behandelt und endlich die Verluste infolge von Hysterese und Wirbelströmen betrachtet. Hier vermißt man einige Ausführungen über den Skin Effekt bei Hochfrequenz und die Wirkungsweise und Anwendung der Litze; auch der magnetische Skin-Effekt ist etwas kurz weggekommen.

Der zweite Teil behandelt die elektrischen Felder. Nach den grundsätzlichen Erörterungen folgt die Besprechung spezieller Felder, Kapazitätsberechnungen, Behandlung von dielektrischer Beanspruchung und dielektrischen Verlusten. Für die Auseinandersetzungen über die Kapazität von Mehrleitersystemen (mehradrige Kabel) ist

das Maxwellsche System der Kapazitätskoeffizienten gewählt; anschaulicher wäre die Darstellung durch Teilkapazitäten gewesen, da dann keine negativen Koeffizienten auftreten, unter denen man sich nur schwer einen physikalischen Begriff vorstellen kann.

Die Darstellung beschränkt sich auf das Wesentliche; sie ist stellenweise für eine Einführung fast zu knapp. Die Kenntnis der Grundtatsachen der Elektrizitätslehre wird vorausgesetzt. Der Ausdruck ist nicht immer streng; Verwechselungen von Feld und Fluß sollten sich, auch wenn sie nur auf sprachliche Nachlässigkeit zurückzuführen sind, in einer Einführung nicht finden, da sie geeignet sind, arge Verwirrung anzurichten. Störend ist auch die Verwendung mancher Zeichen in mehrfacher Bedeutung; V bedeutet z. B. bald Volumen, bald Verluste, bald Potential.

Trotzdem kann man mit Rücksicht auf den sonstigen Wert des Buches über derartige Schönheitsfehler hinwegsehen. Eine umfassende Verbreitung in den Kreisen, für die es gedacht ist, soll ihm gewünscht werden. *Zickner.*

Erfahrungsberichte des deutschen Flugwetterdienstes. Herausgegeben vom Aeronautischen Observatorium Lindenberg, Zentrale des Höhenwetterdienstes. Nr. 1: Beck, Flugstrecke Basel—Mannheim—Frankfurt; Nr. 2: Beck, Flugstrecke Mannheim—Stuttgart; Nr. 3: Klocker, Flugstrecken mit dem Ausgangspunkt Stuttgart; Nr. 4: Malsch, Flugstrecke Baden-Baden—Villingen—Konstanz; Nr. 5: Wiechmann, Flugstrecke Bremen—Ruhrgebiet. Verlag Aeronautisches Observatorium. Preis jeder Nummer RM 0.50.

Diese Erfahrungsberichte sind eine Zusammenfassung der Ergebnisse des Flugwetterdienstes. Dementsprechend wird man klimatologische Daten der gewöhnlichen Art nicht in ihnen finden; sie geben vielmehr die besonderen Witterungserscheinungen auf den einzelnen Strecken wieder, die in den meisten Fällen an Bodenverhältnisse gebunden sind. Und in der Hervorhebung der Wirkung der Einzelstruktur der Landschaft in ihrer meteorologischen Wirkung liegt das Interesse, das die Erfahrungsberichte für den Unterricht bieten. Nehmen wir z. B. die Flugstrecke Basel—Mannheim—Frankfurt/Main, so ist der Einfluß der Hangwinde auf der Strecke Basel—Müllheim Baden nicht nur für den Luftverkehr von Wichtigkeit. Die häufigen Böen an den Ausgängen der Schwarzwaldtäler geben Veranlassung zu interessanten Betrachtungen aerodynamischer Art. Der Stadtdunst wird in der Mannheimer Gegend bemerkbar — besondere Erwähnung findet diese Erscheinung naturgemäß noch einmal bei der Betrachtung der Flugstrecke Bremen—Ruhrgebiet. Es ist sicher von größtem Interesse zu hören, wie der Flugmeteorologe über das Ruhrgebiet, „Tag und Nacht eingehüllt in Rauch" spricht, wie „von weitem schon die Dunstbildung als schwarze Wand" zu erkennen ist. Ebenso interessant dürfte auch der Einfluß kleiner Bodenerhebungen auf die Witterungsverhältnisse sein. Wenn auch das ganze Gebiet Bremen—Ruhrgebiet der ozeanischen Klimaregion zuzuweisen ist, so ergeben sich doch unendlich viele Einzelerscheinungen. Wie z. B. die kleinen Bodenerhebungen des Nordostrandes der Münsterschen Bucht eine Stauwirkung auf von SW heranrückende Regenfronten hervorrufen, und wie bei tiefen Wolken südwestlich des Teutoburger Waldes nordöstlich davon die Sicht etwa 4 km beträgt bei einer Wolkenhöhe von rund 300 m. Und dann andererseits wieder der Zusammenhang von klimatologischen Daten mit derartigen Erkenntnissen — alle diese Einzelheiten können hier im Rahmen einer Besprechung nicht angeführt werden: man sieht, wie die ganzen Berichte im Rahmen der Praxis entstanden sind und aus der Fülle des Materials schöpfen. Den Unterricht auf diese Quelle für „Stoff aus dem Leben" hinzuweisen, soll der Zweck dieser Zeilen sein.

Dr. K. Keil, Lindenberg.

Kleomedes, Die Kreisbewegung der Gestirne. Übersetzt und erläutert von Dr. Arthur Czwalina. (Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften Nr. 220.) Leipzig 1927, Akademische Verlagsgesellschaft. 93 Seiten mit 3 Textfiguren. RM 4.20.

Wenn man auch Kleomedes nicht gerade zu den „Klassikern" zählen kann, ist es doch verdienstlich, daß der bereits an mehreren Nummern der Ostwaldschen Sammlung erprobte Übersetzer uns auch das Werk dieses im 2. Jahrhundert n. Chr.[1]) gelebt habenden Stoikers leicht zugänglich gemacht hat, denn es hat sicherlich ein hohes, historisches Interesse. Zu den am Schluß angefügten Anmerkungen ist zunächst zu bemerken, daß die erste derselben wohl etwas mehr über den Verfasser des Werkes hätte verraten können. Mit den weiteren Anmerkungen kann man sich nicht durchweg einverstanden erklären. Abgesehen von dem Druckfehler „mehr" statt „unter" (S. 84, Z. 1 v. o.) ist bei der Erklärung der Ungleichheit der wahren Tageslängen verabsäumt, auf die variable Geschwindigkeit der Sonne bei ihrer Bewegung in der Ekliptik infolge der elliptischen Form der Erdbahn hinzuweisen. Auch die erste Anmerkung zum zweiten Buch ist irreführend. Es hätte hier gesagt werden sollen, daß die scheinbare Vergrößerung von Sonne und Mond in der Nähe des Horizonts von Aristoteles bis heute (Reimann u. a.) ein noch nicht völlig gelöstes, psychologisches Problem darstellt. Bei der Anmerkung zu Buch 2, VI. ist dem Übersetzer entgangen, daß die Strahlenbrechung die Gestirne am Horizont um $^1/_2{}^0$ hebt, so daß die Sichtbarkeit des verfinsterten Mondes bei noch über dem Horizont stehender Sonne tatsächlich auch schon ohne Erhebung des Beobachters über den Meeresspiegel möglich ist.

Das Studium des Buches des Kleomedes ist lehrreich nicht nur durch Kenntnisnahme der

[1]) Nach F. Müllers Zeittafel jedoch im 1. Jahrhundert.

richtigen Betrachtungen, die es enthält, sondern auch durch die erstaunlichen Irrtümer, die sich darin finden und namentlich die Unentwickeltheit der physikalischen Vorstellungen jener Zeit zeigen. Bemerkenswert ist auch, daß Kleomedes nur 15 Zeilen über die Planeten zu sagen weiß, also noch keine Andeutung der so bald nach ihm von Ptolemaeus entwickelten Lehre erkennen läßt. *F. Koerber.*

Das Wenschow-Relief im Unterricht nebst Erläuterungen der Berliner Typenreliefs. Von Dr. Erwin Kalischer. Berlin 1927.

Das Büchlein zerfällt in zwei Teile, einen mehr methodischen, der in der Hauptsache über die Benutzungsmöglichkeit der Wenschow-Reliefs im Unterricht handelt, und einen zweiten, der Erläuterungen enthält zu den von der Stadt Berlin allen ihren Schulen dankenswerter Weise zur Verfügung gestellten 7 Reliefs typischer deutscher Landschaften — der Ausdruck Typenreliefs wäre wohl besser vermieden worden.

Mit den Fragen, die im ersten Teil angeschnitten werden, wird man sich in der geographischen Fachliteratur noch ausführlich auseinandersetzen müssen, da diese Fragen noch recht wenig geklärt sind. Hier sei nur der meines Erachtens wesentlichste Punkt herausgehoben. Bei allen diesen Reliefs handelt es sich um topographische Spezialkarten. Spezialkarten aber erfordern ihrem Wesen nach eine sehr genaue Einzelbetrachtung, ein wirkliches Vertiefen in ihren Inhalt. Darum gehören sie eigentlich in die Hand jedes Schülers. Das ist bei der billigen Plankarte tatsächlich möglich, bei der Hochkarte nicht. Für die Fernbetrachtung ist diese aber trotz ihrer Plastik nicht geeignet. Das Herausarbeiten des in der Karte niedergelegten reichen Einzelmaterials durch den Schüler läßt sich nicht ermöglichen. Wie diese Nachteile zu überwinden sind, darauf vermißt man die Antwort. Mit einem Dozieren vor der Klasse durch den Lehrer und einem gelegentlichen Herumzeigen ist es nicht getan. Man wird wohl im Klassenunterricht die Hochkarte immer nur gelegentlich zur Unterstützung der Plankarte heranziehen können.

Die Frage nach der Überhöhung und der damit zusammenhängenden des Maßstabes wird nicht eingehender behandelt, und doch stimmen einen solche Sätze wie etwa der folgende recht nachdenklich: „Wer einmal bei unserem nicht überhöhten Relief die Höhen sich berechnet, wird das stattliche Emporwachsen des Gebirges aus der Ebene doch erkennen.“ Das heißt doch, daß das unüberhöhte Relief allein eine Vorstellung von der Wirklichkeit nicht zu geben vermag, in diesem Falle den Eindruck, den Schrepfer in einem Artikel in die Worte zusammenfaßt: „Mauerartig, ein überaus imposanter und überwältigender Anblick von der Ebene aus, steigt das Gebirge in gerader Linie über der Vorbergzone empor.“

Erheblich ausführlicher als der erste Teil ist der zweite. Die darin gegebenen Erläuterungen gehen nur auf den Inhalt der Karten ein. Wünschenswert wäre es gewesen, auch hier hervorzuheben, was das Relief mehr bzw. deutlicher zeigt als das betreffende Kartenblatt. Vielleicht hätte die kleine Arbeit von Knieriem über die Hessischen Meßtischblätter manche Anregung geben können für Aufgaben, die sich an der Hand der Reliefs stellen und lösen lassen. Erschöpfend kann und will die Darstellung nicht sein, aber man vermißt doch wichtige Literaturangaben. Während auf verschiedene Bücher mit Nachdruck hingewiesen wird, wird z. B. ein Buch wie Krebs, Süddeutschland, überhaupt nicht erwähnt. Ebenso vermißt man die Arbeiten von Metz, Philippson, Schrepfer, Gradmann usw.

Es soll nicht verkannt werden, daß die Aufgabe für den Verfasser überaus schwierig war, namentlich da das Buch in erster Linie für den Nicht-Fachmann bestimmt sein sollte. Diesem wird die Anleitung vielfach noch nicht einfach genug sein, der Fachmann aber würde ein tieferes Eingehen auf die Probleme wünschen. Bedauerlich ist, daß ein Buch in dieser Form überhaupt geschrieben werden muß. Es wird hier also ein neues Hilfsmittel für den Erdkundeunterricht geboten und in die Hände von Nicht-Fachleuten gelegt, denen die notwendigsten fachlichen Vorkenntnisse fehlen. Was dabei herauskommen mag, kann man sich denken. Wäre das bei einem anderen Fache überhaupt möglich? Würde man z. B. irgend einem beliebigen Lehrer einen neuen Apparat für Versuche aus der Elektrizität in die Hand geben, ihm den Unterricht übertragen und ihm auseinandersetzen, was Elektrizität ist? Wie lange wird sich die Geographie eine solche Behandlung noch gefallen lassen müssen?

Dr. Scheer.

Großer Luftverkehrs-Atlas von Europa. 2. Auflage. Jahrgang 1927. Text: 300 S. Folio; 41 Karten im Format 33 × 44,5 cm und größer. Verlag für Börsen- und Finanzliteratur. Preis geb. RM 25.— [1]).

Der Atlas ist ursprünglich zur Benutzung im Geschäftsleben bestimmt, zur Orientierung über die Möglichkeiten der Fracht- und Personenbeförderung, sowie zur Aufstellung genauer Reisepläne in Verbindung mit den Flugplänen der deutschen Luft-Hansa. Die hierdurch bedingte Reichhaltigkeit und Genauigkeit seiner Angaben macht ihn im gleichen Maße für die Schule geeignet, wo er zusammen mit Flugplan und Eisenbahnkursbuch dem Lehrer die gewünschte Unterlage für eine exakte Behandlung von Verkehrsfragen aller Art bietet. Der Text enthält neben Verzeichnissen von europäischen Flughäfen, der von den deutschen und den wichtigsten aus-

[1]) Der Atlas kann durch die Staatliche Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht, Berlin W 35, Potsdamerstr. 120, bestellt werden, welche beim Einlauf einer größeren Anzahl Bestellungen seinen Bezug zum ermäßigten Preise vermitteln kann. Die Staatliche Hauptstelle verschickt Flugpläne und Prospekte über den Atlas auf Anforderung kostenlos.

ländischen Flughäfen ausgehenden Strecken nebst Flugpreisen, sowie den für Personen- und Frachtverkehr, Luftpostbeförderung, Paß- und Zollabfertigung gültigen Bestimmungen, vor allem genaue Beschreibungen der europäischen Flughäfen und Landeplätze. Diese Beschreibungen bieten außer einer kurzen Würdigung der politischen, wirtschaftlichen und sonstigen Bedeutung der Stadt und einer kurzen Aufzählung ihrer Sehenswürdigkeiten genaue Angaben über die Lage des Flugplatzes und die für den Luftverkehr bzw. den Reisenden wichtigen öffentlichen Einrichtungen. Für die deutschen Flughäfen sind jeweils Tabellen mit den Entfernungen vom Stadtinnern, den Bahnhöfen usw. und den für die Zurücklegung dieser Strecken erforderlichen Zeiten für Fußgänger, Straßenbahn und Auto beigefügt. Luftbilder einer großen Anzahl von Flughäfen ergänzen die Beschreibungen. Das Kartenmaterial, für die deutschen Strecken im Maßstabe 1 : 1 Million, bringt Fluß- und Eisenbahnnetz mit rot aufgedruckten Flugstrecken, Flughäfen, Hilfslandeplätzen, Einflugzonen an den Staatsgrenzen, Leuchtfeuern usw. Die Ausschnitte für die einzelnen Karten sind derart gelegt, daß sie in der Regel jeweils die ganze Flugstrecke umfassen. Ergänzt wird jede von ihnen durch Einzeldarstellungen der betreffenden Flugplätze mit Umgebung im Maßstabe 1 : 75000 und durch Angaben über ihre Lage zum nächsten Ort, über die Flugdauer und die Fahrtdauer der entsprechenden Schnellzugsverbindungen. Naturgemäß erlauben diese Zeitangaben noch keinen unmittelbaren Vergleich. Das dargestellte Gebiet erstreckt sich bis Dakar und Baku.

E. Blech.

Zweifel und Erkennen. Aus den Meditationen des Descartes. Herausgegeben von Dr. A. Buchenau, Oberstudiendirektor. (Jordan-Schneider, Philosophische Quellenhefte, Heft 1.) Leipzig 1927. Verlag von B. G. Teubner. 43 S. Kart. RM 1.—.

Die neue Sammlung philosophischer Quellenhefte, die mit dem vorliegenden Heft eingeleitet wird, will in jedem Heft den Schüler vor ein bestimmtes philosophisches Problem stellen, und zwar so, daß dabei nur ein charakteristisch ausgewählter Philosoph zu Worte kommt. Beihefte sollen später auch zusammenfassende, problemgeschichtliche Entwicklungen bringen. Das erste, von Buchenau herausgegebene Heft behandelt das Erkenntnisproblem bei Descartes und enthält neben Auszügen aus den ersten drei Meditationen einiges aus der unvollendeten Schrift Descartes': „Regeln zur Leitung des Geistes". Sicher ist Descartes wie kaum ein zweiter geeignet, in das Problem der Erkenntnis einzuführen. Er ist selbst noch ein Ringender und hat doch „in völliger Klarheit die moderne Fragestellung erreicht", „die wieder, wie einst bei Plato im Theaetet, vom Wesen und Ursprung der Erkenntnis ausgeht und erst von da aus den Weg sucht zum Seienden". (S. 4). Dazu kommt die Art der Darstellung bei Descartes, die den Leser persönlich zu interessieren weiß und ihm die Wege zeigt, auf denen das Genie zur Erkenntnis gelangt. Etwaige Schwierigkeiten sind durch die ergänzenden und erläuternden Bemerkungen des Herausgebers beseitigt, der als Herausgeber und Kenner Descartes' weiten Kreisen bekannt ist. *Sellien.*

Philosophische Quellenhefte. Herausgeber Dr. Jordan und Dr. Schneider. Heft 2 Fichte, Die Bestimmung des Menschen, herausgegeben von Dr. Jordan. Heft 3 Helmholtz, Die Tatsachen der Wahrnehmung, herausgegeben von Dr. Schneider. Heft 4 Schopenhauer, Das Schöne, herausgegeben von Gertrud Mertens.

Der Herausgabe der philosophischen Quellenhefte liegt der gesunde Gedanke zugrunde, einen Denker an einem Problem zu Worte kommen zu lassen und so, unter Vermeidung dilettantischen Herumredens, gründlich in philosophisches Denken einzuführen. Vorbedingung für die erfolgreiche Durchführung dieser Absicht ist, daß eine aufnahmefähige Klasse von einem Philosophen mehr als von einem Lehrer geleitet wird, und daß die Wahl des Stoffes dem Niveau und der Neigung der Klasse entspricht. Die letzte Bedingung wird meines Erachtens gegenüber Heft 2 und Teilen aus Heft 4 ziemlich selten erfüllt sein, weil der stark metaphysische Gehalt jener Schriften denn doch ein anderes Publikum erfordert, als es die heutige Jugend mit ihrem starken Aktualitätsbedürfnis im allgemeinen darstellt, weil ferner sachlich wie historisch eine vorhergehende Auseinandersetzung mit Kant für ein tieferes Verständnis unerläßlich erscheint. Auch die sehr guten Einleitungen, die die Herausgeber dem Text vorausstellen, können die Schwierigkeiten, die vor allem in dem Mangel einer für solche Fragen gar nicht vorauszusetzenden Reife begründet sind, nicht aus dem Wege räumen. Heft 3 scheint mir für den gedachten Zweck viel geeigneter zu sein, schon weil die Anknüpfung an die Naturwissenschaft Beziehungen zu Fragen herstellt, die im Unterricht aufgetreten sind, und die nun vertieft und erweitert auf gepflügten Boden fallen.

Dr. Eugen Stock.

Das Wesen der Naturerkenntnis. (Aus der Aufklärungsphilosophie David Humes.) Herausgegeben von Dr. Franz Kramer. (Philosophische Quellenhefte, Heft 6.) Berlin u. Leipzig 1927, B. G. Teubner. 40 Seiten. Geheftet RM —.90.

Das Heft bietet eine geschickte Auswahl aus Humes Enquiry nach der Übersetzung von Richter. Humes klare Sprache läßt seine Lektüre für den Unterricht als besonders geeignet erscheinen, wenn auch nur ein mit den Methoden der Naturerkenntnis wirklich vertrauter Lehrer, also ein Naturwissenschaftler, das bei solcher Gelegenheit unbedingt erforderliche Maß von Kenntnissen besitzt, um den Stoff auch für die Gegenwart fruchtbar zu machen und dort Kritik anzulegen, wo sie auch Hume gegenüber am Platze ist. Der Preis des Heftes erscheint ziemlich hoch. *Dr. Eugen Stock.*

Börner-Semiller: Vorschule der Chemie und Mineralogie. Von H. Semiller. 6., nach den neuen Richtlinien bearbeitete Auflage. Berlin 1927, Verlag der Weidmannschen Buchhandlung.

Die als III. Teil des Lehrbuches der Physik und auch unabhängig hiervon erschienene Vorschule der Chemie und Mineralogie führt in methodischem Aufbau in die Chemie ein und geht unter Beibehaltung der Börnerschen Anordnung allmählich zur systematischen Behandlung des Lehrstoffs über. Wie in den früheren Auflagen ist auch in der Neubearbeitung die übersichtliche Gliederung schon äußerlich durch Hervorhebung der Überschriften betont. Die einführenden Kapitel enthalten keine theoretischen Erörterungen, sie leiten in ansprechender Weise den Schüler (die Schülerin) zum Beobachten und Folgen ein. Die Schau- und Übungsversuche erfordern einfache Hilfsmittel.

Die Auswahl des Lehrstoffes, für die seine Bedeutung für die deutsche Kultur maßgebend war, ist geeignet, das Buch, das für den Unterricht an Gymnasien, Realschulen, Lyzeen und die Mittelstufe der realen Vollanstalten bestimmt ist, auch auf der Oberstufe der Realgymnasien zu benutzen. Das Buch gibt sowohl eine wissenschaftlich strenge und doch leicht verständliche Einführung in die chemischen Gesetze und Theorien, als auch eine klare abschließende Übersicht über das Gesamtgebiet der Chemie. Chemische Tagesfragen, wofür die Schüler und Schülerinnen ein besonderes Interesse haben, sind an geeigneten Stellen geschickt in den Lehrgang eingeflochten. Die Bedeutung der chemischen Industrie für die deutsche Wirtschaft ist für einzelne Zweige graphisch veranschaulicht.

Sehr gute Abbildungen und deutlicher Druck erhöhen die Brauchbarkeit des Buches. Es entspricht den Forderungen der Richtlinien und verdient seiner großen Vorzüge wegen eingehende Beachtung und weiteste Verbreitung; auch Nichtschülern wird das Buch ein zuverlässiger Führer und Ratgeber in den Fragen der Chemie sein.

Mtth.

Lehrbuch der Chemie für höhere Mädchenbildungsanstalten. Unterstufe. Von E. Löwenhardt. 6. umgearbeitete Auflage. 140 S. mit 86 Abb. Leipzig und Berlin 1926. B. G. Teubner. RM 2.60.

Der Lehrstoff ist methodisch angeordnet. Ausgangspunkt ist der Verbrennungsprozeß, der didaktisch wichtigste chemische Vorgang, für dessen methodische Behandlung uns längst besonders schöne und einfache Wege, die auch hier eingehalten werden, gewiesen sind. Daran schließt sich die Betrachtung des Wassers und des Wasserstoffs und die einzelner Stoffgruppen, z. B. Salzsäure, Chlor, Kochsalz, Natrium und Ätznatron oder Schwefel, Metallsulfide, Schwefelwasserstoff, Schwefeldioxyd, Schwefelsäure, Sulfate usw. Solche Verknüpfungen liegen gewiß sehr nahe und drängen sich bei gründlichem Vorgehen geradezu auf, bringen aber auch große Schwierigkeiten mit sich. So wird im Anschluß an die Salzsäure der Anfänger, nachdem er die ersten Schritte in das Gebiet der Chemie gemacht hat, nicht nur mit dem Element Chlor und seinen Eigenschaften, sondern auch mit der Verallgemeinerung der Begriffe Säuren und Salze, mit dem Alkalimetall Natrium, mit dem Ätznatron und dem Begriff Base bekannt gemacht. Diese nach allen Seiten gerichtete Arbeitsweise erschwert es dem Schüler, klare Vorstellungen zu gewinnen; und das sollte in der Chemie, wo leicht die Fülle der Einzeltatsachen sich vordrängt, die Hauptaufgabe sein. Die chemischen Formeln aus den Verbindungsgewichten herzuleiten statt aus der Atomvorstellung, halte ich nicht für glücklich: das Anschauliche ist leichter zu erfassen und verdient deshalb den Vorzug. Auch technologische Fragen werden behandelt, die nicht unmittelbar zur Chemie gehören, an denen aber auch die Schule nicht vorübergehen darf, wie die einer vernünftigen Wärmewirtschaft bei der Verwendung von Gasbrennern, Öfen usw. Ein längerer Paragraph handelt von Silikaten und Gesteinen. Er enthält nur leeres Wortwissen, weil er nur das „Wichtigste" geben will, aber nichts bringt, was der Schüler in sich verarbeiten könnte. (Das Kristallbild der Abbildung 29 steht nebenbei auf dem Kopfe.) Der Inhalt des Buches soll in einem Schuljahre durchgenommen werden. Die organische Chemie muß sich daher mit wenigen Seiten bescheiden. In weiser Beschränkung spitzt der Verfasser die Betrachtung zu auf die Stoffe, die für die Physiologie des Menschen, besonders für die Ernährung, von besonderer Bedeutung sind. Ich möchte empfehlen, auch den Verbrennungswert der Nährstoffe einzuführen, nicht um den Schülern einige Zahlen mehr beizubringen, vielmehr um die Leistungen unseres Körpers auch unter das Energiegesetz zu stellen, wovon in der Biologiestunde gewöhnlich doch nicht geredet wird. Um schließlich das Buch als Ganzes zu nehmen, so muß man anerkennen, daß es mit großer Gewandtheit und methodischem Geschick abgefaßt ist. Auf die äußere Anordnung und Übersichtlichkeit, ebenso auf die Abbildungen ist recht viel Sorgfalt verwandt. Daß sich die Auflagen des Buches rasch wiederholt haben, spricht für seine Beliebtheit. *Fr. Heineck.*

Lehrbuch der Chemie für höhere Mädchenbildungsanstalten. Teil II, bearbeitet von E. Thieme. Mit Anhang Mineralogie und (in Ausgabe A) Geologie (diese bearbeitet von Franz Meinecke). Zusammen 340 S. mit 135 Abb. und 1 Tafel. Leipzig und Berlin 1926. B. G. Teubner. Geb. RM 5.60.

Die Mädchenvollanstalten sind entweder realgymnasiale Studienanstalten oder Oberlyzeen; die übrigen Typen sind so wenig vertreten, daß sie keine wesentliche Rolle spielen. Auf der ganzen Oberstufe der Studienanstalt sind der Chemie zusammengerechnet 3 Wochenstunden 1 Jahr lang, auf dem Oberlyzeum $^1/_2$ Jahr lang (!) zugewiesen. Kommt hinzu, daß sich in der Obersekunda der Oberlyzeen vielfach Schülerinnen

aus verschiedenen Schulen und demnach mit verschiedenartiger Vorbildung zusammenfinden, die sich untereinander chemisch nicht verständigen können und vom Lehrer zunächst zusammengeschweißt werden müssen. Selbst die stillen Gegner des naturwissenschaftlichen Unterrichts werden also nicht behaupten können, daß die Chemie mit Stunden gesegnet sei. Das vorliegende Buch stellt für diese Stunden 340 wohlgefüllte Seiten zur Verfügung. Auch ich wüßte zunächst nicht, was ich davon gern entbehren möchte. Aber es ist ein großer Fehler, wenn das Lehrbuch die Arbeit in der Schule an Breite wesentlich übertrifft. In Besprechungen von Schulbüchern habe ich zwar schon häufig die Bemerkung gefunden: „Es wäre zu wünschen, daß der Verfasser auch über diesen oder jenen Gegenstand etwas gebracht hätte". Meines Erachtens wird eine solche Einstellung den Bedürfnissen der Lernenden und ihrem Verhältnis zum Buch nicht gerecht. Der Schüler, der sein Interesse doch sehr vielen Unterrichtsgegenständen zuwenden soll, nimmt ein Buch für die Wiederholung (und das ist für ihn der Hauptzweck) nur dann gern an, wenn es in gedrängter Form nicht mehr enthält, als im Unterricht durchgearbeitet wurde. Was darüber hinausführt, umgeht er, oder er gibt es überhaupt auf, sich durch den Stoff hindurchzufinden. Darum ist es schon besser, daß das Buch recht wenig enthält: Ergänzungen und Einzelheiten sind Sache des Lehrers. Eine Hauptaufgabe des Verfassers eines Lehrbuches, und die schwierigste dazu, ist es, die notwendigen Grundlagen seines Faches heraus und in sein Buch hineinzuarbeiten. Das ist in dem vorliegenden Werk nicht geschehen, und sein Gebrauch beim Unterricht dürfte dadurch recht erschwert werden. Ich kann es auch nicht gut heißen, daß zunächst die 18 ersten Seiten der Molekulartheorie gewidmet sind. Nach dem chemischen Vorkurs in der Untersekunda haben die Schülerinnen nicht die nötige Erfahrung, um die Bedeutung dieser Betrachtungen und ihre Notwendigkeit einzusehen. Bei gründlicher Behandlung könnte die Hälfte des Sommerhalbjahres (im Oberlyzeum die Hälfte der überhaupt verfügbaren Zeit!) damit verbracht werden. Es bedeutet weiterhin eine untragbare Zeitverschwendung, wenn im Anschluß daran ein wesentlicher Teil des Lehrstoffes der Untersekunda mit allerdings erheblicher konzentrischer Erweiterung wiederholt wird. Der Abschnitt „Gebrauchsmeta le" enthält sehr viel, was über den Rahmen unserer Schulen hinausgeht, nicht der Schwierigkeit nach, sondern nach der Menge der Einzelheiten. Den Neigungen der Mädchen kommt das Buch entgegen, wenn es ihnen, unterstützt durch Versuche, Aufklärung über die verschiedenen Farbstoffe und Färbeverfahren gibt. Dagegen haben die Kapitel „Alkaloide" und „Ätherische Öle und Harze" keinen didaktischen Wert: das ist doch nur eine Drogenkunde. Auch den Abschnitt über allgemeine Mineralogie finde ich durchaus überflüssig. Diese systematische Aufzählung mineralogischer Begriffe ist so recht geeignet, einem Wißbegierigen die Lust an dieser Wissenschaft zu verderben. Ebenso kann die Geschichte der Chemie auf 3 Seiten in ihrer ausgemergelten Kürze die historischen Betrachtungen, die der Lehrer an geeigneten Stellen des Unterrichts nicht unterlassen sollte, keineswegs ersetzen.

Der Chemielehrer könnte leicht auf den Gedanken kommen, für die geringe Zahl der Stunden dadurch einen Ausgleich zu schaffen, daß er seinen Schülern ein recht gründlich bearbeitetes Buch in die Hand gibt. Ihm kann ich das vorliegende warm empfehlen (von einigen Unausgeglichenheiten abgesehen, die in einer Erstbearbeitung wohl immer zu finden sind). Wer sich aber mit nüchterner Berechnung seinen Arbeitsplan zurechtmacht, wird die von mir zuerst angeführten Bedenken teilen müssen.

Die vorliegende Ausgabe besitzt einen Anhang über die Grundzüge der Geologie auf 42 Seiten. Das Meiste davon gehört nicht in das Chemiebuch, sondern ist Arbeitspensum der Erdkunde (dynamische Geologie) und der Biologie (Paläontologie). Querverbindungen nach diesen Gebieten zu schlagen, soll dem Lehrer unbenommen sein. Der Chemielehrer kann aus der Geologie nur das auf sich nehmen, was mit seinem Fach wirklich etwas zu tun hat und was der Geograph gewöhnlich nicht leisten kann: eine kurze Einführung in das Werden und Vergehen der Gesteine mit besonderer Berücksichtigung der deutschen Bodenverhältnisse. *Fr. Heineck.*

Lehrbuch der Chemie und Mineralogie. I. Teil. Von A. Lipp. 10. verb. Aufl. Bearbeitet von Dr. J. Reitinger. Mit 115 Abb. 113 Seiten. 1925, B. G. Teubner. Kart. RM 2.—.

Der vorliegende Leitfaden ist ohne Zweifel den bewährtesten Lehrbüchern für den Anfangsunterricht in der Chemie an die Seite zu stellen. Er zeichnet sich durch klaren, methodisch straff gegliederten Lehrgang, durch gut faßliche Darstellungsweise und reichliches, der heutigen Zeit gut angepaßtes Abbildungsmaterial aus. Vorzüglich ist der Zusammenhang mit dem geschichtlichen Werden unseres chemischen Wissens herausgearbeitet. Bekannte Stoffe des täglichen Lebens werden zum Ausgang genommen. Einzelne Kapitel, wie z. B. der Wasserstoff, sind geradezu vorbildlich aufgebaut. Nicht nachahmenswert erscheint allerdings, daß der Wasserstoff schon mit dem Sauerstoff auf Grund der Elektrolyse zum ersten Male eingeführt wird. Ebenso ist auch beim Chlor die Elektrolyse des Kochsalzes und nicht die Oxydation des HCl als Grundlage genommen.

Die „Einteilung der chemischen Vorgänge" (§ 4) erscheint verfrüht, da Vorstellungen vorausgesetzt werden, die erst zu erarbeiten sind. Auch § 5, Elemente und Verbindungen, wäre besser erst auf Grund chemischer Erfahrung zu entwickeln.

Die Behandlung der theoretischen Kapitel ist klar und gut begrenzt; ihre Eingliederung jedoch in den Unterrichtsstoff kann nicht als

geeignet anerkannt werden. So werden die Grundlagen der Kristallographie bereits im § 9 behandelt, ohne daß die als Beispiele genannten Kristalloide wie Kochsalz, Alaun, Bergkristall usw. bekannt und behandelt sind. Wenn weiter nach dem Wasserstoff bereits das Verhalten der Gase, Avogadros Gesetz, Molekulargewichte, Molekularvolumen und dann Verbindungsgesetze, Atomlehre, chemische Zeichensprache (§§ 11 bis 13) eingeschoben werden, so erscheint dies durchaus als eine Verfrühung, weil chemische Erfahrungen und Beobachtungen, die nur die hier nötige sichere Grundlage geben können, noch viel zu gering sind.

Die Beziehungen zur Biologie und zum täglichen Leben sind betont, könnten aber vielleicht dadurch noch eine Erweiterung erfahren, daß z. B. die künstliche Düngung in einem besonderen Kapitel behandelt würde, wobei dann auch die fehlenden Kalidüngesalze ihren Platz finden würden und weiter dadurch, daß der Vergasung und Entgasung der Kohle wie der Gewinnung und Veredlung des Roheisens etwas mehr Raum gegeben würde. *Eddelbüttel.*

Lehrbuch der Chemie und Mineralogie. II. Teil. (Anorganische Chemie.) Von A. Lipp. 10. Auflage. Bearbeitet von Dr. J. Reitinger. Mit 94 Abb. 146 Seiten. 1926, B. G. Teubner. Kart. RM 2 80.

Auch der 2. Teil des vorliegenden Lehrbuches, der zusammen mit einem noch erscheinenden 3. Teil — Organische Chemie und Geologie — für den Gebrauch auf der Oberstufe bestimmt ist, zeichnet sich durch klare, dem Verständnis der Schüler vorzüglich angepaßte Darstellung aus und ist damit im ganzen genommen ein Lehrbuch, wie es sein soll. Trotz der rein systematischen Anordnung des Stoffes ist eine Stoffüberfülle vermieden und die Stoffauswahl im allgemeinen gut gelungen. Nur fehlt es an den für wahres Verständnis so wichtigen zusammenfassenden Kapiteln, wie z. B. Säuren, Laugen, Salze, Salzbildung, die natürliche und künstliche Versorgung des Bodens mit Düngesalzen, Gesamtdarstellungen aus der chemischen Technologie u. a. mehr. Ein Kapitel in der Art des letzteren würde auch die gewaltige Bedeutung der heutigen chemischen Wissenschaft für die Weltwirtschaft und insbesondere auch für die deutsche Wirtschaft besser beleuchten, als es in diesem Lehrbuche der Fall ist.

Die systematische Stoffanordnung ist für solche zusammenfassenden Darstellungen kein geeigneter Rahmen. Sie ist auf den Hochschulen für Lehrbücher und Lehrgänge wohl als die wissenschaftlich umfassende, die einzig gegebene und naturgemäße; auf der Schule aber, wo die Chemie weniger dazu bestimmt ist, als selbständige Wissenschaft aufzutreten, sondern zusammen mit den anderen Naturwissenschaften Verständnis erwecken soll für alles Naturgeschehen auf der Erde und im Weltall, und dazu beitragen soll, den Schülern ein naturwissenschaftliches Weltbild zu entwerfen, sollte man die rein systematische Anordnung des Stoffes fallen lassen. Wie die Stoffauswahl nach methodischen Grundsätzen geschieht, so sollte auch für die Stoffanordnung die Bedeutung der chemischen Kenntnisse für das Verständnis chemischen Geschehens und chemischer Gesetzmäßigkeiten überhaupt, für das Verständnis der Dinge des täglichen Lebens, der Wirtschaft, der Lebensvorgänge der Pflanzen, Tiere und Menschen, des Werdens der Erde u. ä. bestimmend sein. Alles allzu Chemische wird unter diesen Richtlinien leicht ausgemerzt, eine Stoffüberfülle vermieden, und die Querverbindungen zu den übrigen naturwissenschaftlichen Fächern werden stets betont bleiben.

Eddelbüttel.

K. A. Hennigers Lehrbuch der Chemie in Verbindung mit Mineralogie für höhere Lehranstalten. Teil II. 16. Aufl. Neubearb. von M. Heidrich und W. Franck. 366 S. Mit 207 Abb. im Text. Leipzig und Berlin 1927, B. G. Teubner. Preis geb. RM 6.20.

Bei der Neubearbeitung der Oberstufe des altbewährten Henniger standen die Verfasser vor der Aufgabe, einerseits die immer mehr anschwellende Fülle des chemischen Lehrstoffes gebührend zu berücksichtigen, andererseits aber auch der so oft geäußerten Forderung nach Einschränkung gerecht zu werden. Durch sorgfältige Sichtung des Materials, wohl durchdachte Gruppierung und Zusammenfassung und die schon in früheren Auflagen angewandte Knappheit in der Darstellung ist ein Buch geschaffen worden, das allen Anforderungen entsprechen dürfte, die man billigerweise an ein Schulbuch stellen kann.

Nach dem schon im Vorwort zur Unterstufe ausgesprochenem Grundsatz soll das Buch den Lehrer bei der Ausgestaltung seines Unterrichtes möglichst wenig hemmen. Aus diesem Grunde ist, um jedem genügend zu bringen, die Stoffwahl doch ziemlich reich ausgefallen. Die Verfasser hoffen damit nicht nur dem Lehrer, sondern vor allem auch den Schülern gedient zu haben. So ist auch die chemische Technologie namentlich in ihren großartigen neuesten Schöpfungen gebührend berücksichtigt. Eine Reihe guter Abbildungen, zahlreiche Photographien von Werkanlagen geben demjenigen, der keine Gelegenheit hat, solche Betriebe aus eigener Anschauung kennen zu lernen, einen guten Ersatz. Die vom Verlag beabsichtigte, im Vorwort des Buches angekündigte Herausgabe der Abbildungen in einer für Projektion geeigneten Aufmachung würde sicher großen Beifall bei allen Benutzern des Buches finden. Die allgemeine Chemie ist, in einigen Hauptthemen zusammengefaßt, an geeigneten Stellen in den Lehrgang der anorganischen Chemie eingearbeitet; ein kurzes Kapitel ist den Kristallen und Mineralien gewidmet. Erfreulich ist die starke Betonung der engen Beziehungen, die zwischen Chemie und Biologie bestehen. Sie kommt namentlich im organischen Teil des Lehrbuches zur Geltung, der eine besonders sorgfältige Neubearbeitung erfahren hat. Eine Fülle von Übungen, die durchweg mit einfachen Mitteln

ausführbar sind, ermöglicht die Erarbeitung des gesamten Stoffes — auch der aromatischen Chemie — im Sinne des „Arbeitsunterrichtes". Der in früheren Auflagen im Anhang enthaltene Abschnitt über die Geschichte der Chemie ist verschwunden, seine wichtigsten Tatsachen sind in den Text hineingearbeitet worden; nur eine Zeittafel mit knappen biographischen Notizen hervorragender Förderer der Chemie ist davon übrig geblieben. *Große Kreul.*

Grundriß der Chemie und Mineralogie. II. Teil. Für die Oberstufe von Knaben- und Mädchenschulen realer Richtung. Von E. Mannheimer. 328 Seiten. Mit 183 Abbildungen im Text. Leipzig 1927, B. G. Teubner. Preis geb. RM 5.60.

Es ist ganz naturgemäß und in der Eigenart des chemischen Unterrichtes begründet, daß die Besonderheit eines Chemie-Schulbuches, die methodische und sachliche Einstellung seines Verfassers, in der Unterstufe deutlicher und auffallender in die Erscheinung tritt als bei der Oberstufe. In der Auffassung des Anfangsunterrichtes, der Auswahl z. B. eines geeigneten Ausgangspunktes für den methodischen Aufbau der Elemente chemischen Denkens und Wissens, der allmählichen Erarbeitung eines Verständnisses für chemische Vorgänge und Gesetze, gehen die meisten Autoren unserer guten chemischen Schulbücher eigene Wege, die voneinander stark abweichen. Dagegen zeigen die Oberstufen der Chemie-Lehrbücher ein mehr verwandtes, um nicht zu sagen einheitliches Gepräge. Die Notwendigkeit, dem Lehrer in der Auswahl des Stoffes die nötige Freiheit zu lassen, zwingt zu einer gewissen Fülle. Darüber, was unwichtig und entbehrlich ist, besteht heute nicht mehr allzuviel Meinungsverschiedenheit. Das gilt nicht nur von der anorganischen Chemie, sondern ebenso von der organischen und allgemeinen Chemie. Erscheinen dann noch die Bücher im gleichen Verlag, so wird durch die aus Sparsamkeitsgründen erfolgte weitgehende Benutzung der gleichen Abbildungen die äußere Ähnlichkeit der Bücher noch stärker hervorgehoben. Und dennoch wird jeder, der die nunmehr erschienene Oberstufe von Mannheimers Grundriß der Chemie mit Aufmerksamkeit durchliest, mit Freude feststellen, daß unsere an guten Chemiebüchern nicht arme Schulliteratur um eine wertvolle Erscheinung bereichert worden ist. Die Oberstufe von Mannheimer setzt den Inhalt der Unterstufe als geistiges Eigentum der Schüler voraus und nimmt ständig Bezug darauf. Sie erweitert nun den Rahmen des zu Erarbeitenden nach allen Seiten und behandelt alle Gebiete, die überhaupt in der Schulchemie zur Erörterung kommen können, in vorbildlicher Weise und erschöpfender Gründlichkeit; manche Kapitel — namentlich der allgemeinen Chemie — vielleicht schon etwas zu weitgehend. Der Hauptreiz der Oberstufe liegt in der überaus klaren, knappen und scharfen Formulierung des Inhaltes. Ob es sich um eine historische Einleitung oder Rückblick, Beschreibung eines Apparates oder Vorganges, ein Kapitel der allgemeinen Chemie oder der Technologie handelt, jeder Satz ist „wie aus Stein gemeißelt". Da ist kein Wort zu viel, aber auch keines zu wenig. Gute Gruppierung des Stoffes, ausgiebige Anwendung der auch schon in anderen Werken des Teubnerschen Verlages gelobten drucktechnischen Hilfsmittel spiegeln rein äußerlich die scharfe Gliederung und straffe Ordnung des Inhaltes wider. Daß dieser in wissenschaftlicher Hinsicht zuverlässig, in methodisch-didaktischer einwandfrei ist, braucht wohl nicht besonders betont zu werden.

Wenn der nunmehr vollständig vorliegende Grundriß noch einen Wunsch offen läßt, so betrifft dieser die Unterstufe. Der erste Eindruck, den das Buch bei der Lektüre hervorruft, ist bestechend; viele Kapitel sind trefflich gelungen. Aber wenn man versucht, der dort vorgeschlagenen Einführung in die Chemie Folge zu leisten, so stellen sich doch manche Bedenken ein. Sie ist zu breit angelegt und dadurch nicht leicht genug. Das Bestreben des Verfassers, den Anfänger von einer möglichst breiten Basis aus in das Neuland der Chemie einzuleiten, wird in vielen Fällen gerade das Gegenteil von dem bewirken, was der Verfasser beabsichtigt hat. Anstatt aus der Fülle des Mannigfaltigen das Gemeinsame und Allgemeine zu erkennen, wird der Schüler durch das Vielerlei verwirrt; er verliert leicht den Überblick und damit die Einsicht. Wenn der Verfasser sich bei einer Neuauflage entschließen könnte, die Einleitung umzuarbeiten, den unnötigen physikalischen Ballast zu entfernen und in der Erarbeitung der grundlegenden chemischen Begriffe an einigen wenigen, besonders geeigneten Beispielen schrittweise und in allmählich erst sich erweiterndem Umfange vorzugehen, so würde er damit die praktische Brauchbarkeit seines mit großem Beifall aufgenommenen Buches noch erhöhen. *Große Kreul.*

Aus Werkstätten.

Eine neue optische Bank.

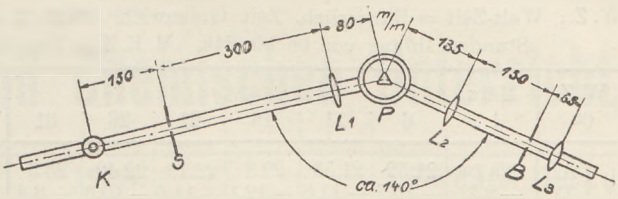
Von der Firma Paul Gebhardt Söhne, Berlin N. 54, Neue Schönhauserstr. 6, ist für den Unterricht eine neue optische Bank angefertigt worden, die zugleich als Spektralapparat und Goniometer zu gebrauchen ist, zwei Möglichkeiten, die man bei der ursprünglichen festen Form der optischen Bank nicht hatte.

Gleichzeitig können die übrigen optischen Versuche gemacht werden, z. B. Brechung und Reflexion der Lichtstrahlen an Linsen, Prismen und Spiegel, sowie photometrische Messungen, außerdem die Darstellung des Galileischen, astronomischen und terrestrischen Fernrohres.

Auf einer mit Füßen versehenen zweiteiligen Holzleiste befindet sich eine Messing-Dreikant-

schiene, die als Führung für die Eisenschieber dient. Die beiden Bankleisten sind durch ein Gelenk verbunden, in dessen Drehpunkt sich eine Kreisteilung mit Zeiger für die Winkelablesung befindet. Eine im Drehpunkt angebrachte Säule gestattet die Aufnahme des beigegebenen Prismas, resp. Tisches zur Aufstellung eines anderen Prismas. Fig. 1 zeigt die Stellung als Spektralapparat. Die Bank besitzt alle Linsen, Blenden und Schirme, die erforderlich sind für die Zusammenstellung der Fernrohre und der optischen Versuche über Brechung und Reflexion (Fig. 2).

Dem Apparat wird eine Anleitung beigegeben, aus der die Einstellung der Bank als Spektralapparat zu ersehen ist. Die Schenkel werden im Winkel von 140° aufgestellt. Der linke Schenkel erhält von außen nach innen gesehen K, S, L_1, der rechte Schenkel von außen nach innen gesehen L_3, B, L_2.



K	Kerzenhalter	L1	Linse 300 m/m foc
S	Spalt	L2	Linse 150 " "
P	Prisma	L3	Linse 90 " "
B	Lochblende		

Fig. 1.

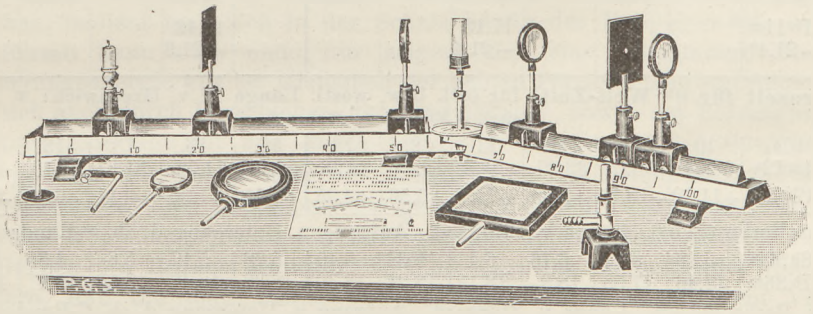


Fig. 2.

Die Firma Emil Busch, A.G., Optische Industrie, Rathenow, bringt ein neues **Spezialmikroskop** für Kurs- und Schulzwecke heraus. Ähnlich wie die sogenannten „Aufbau-Mikroskope“, mit deren Schaffung die Firma einen großen Erfolg erzielte, kann auch dieses Instrument, welches die Bezeichnung „Busch-Mikroskop K“ erhielt, durch allmählichen Hinzuerwerb mechanischer und optischer Erweiterungs- und Zubehörteile nach und nach zu einem sehr vollkommenen Untersuchungsinstrument ausgebaut worden, welches allen Anforderungen im Schulunterricht gerecht wird.

Es wurde bei der Konstruktion des Statives besonderes Gewicht auf eine sehr sorgfältige mechanische Ausrüstung gelegt, das Stativ besitzt einen besonders schweren Fuß, in Anbetracht der Erweiterungsmöglichkeiten des Instruments zweifellos ein Vorzug gegenüber den üblichen, oft sehr leichten Stativen für Schulmikroskope; es hat ein Gelenk zum Umlegen um 90°, so daß es auch — am besten in Verbindung mit einer optischen Bank — für Mikroprojektion Verwendung finden kann.

Die Grobeinstellung erfolgt durch Zahn und Trieb; die Mikrometerschrauben (mit ablesbarer Trommelteilung) zur Betätigung der Feinbewegung befinden sich auf beiden Seiten, so daß auch in dieser Beziehung das Instrument allen Wünschen entspricht.

Hervorzuheben ist auch die besonders weite Ausladung des Stativmittelteils, die ein freies und unbehindertes Arbeiten auf dem Stativtisch gestattet; auch wurde darauf Bedacht genommen, daß die Form dieser Ausladung beim Tragen des Instrumentes sicher und bequem in der Hand liegt, ein Vorzug, den nicht gerade allzuviele Stativformen aufzuweisen haben.

Der vorliegende Sonderprospekt über dieses Instrument gibt zur Erleichterung der Auswahl eine Zusammenstellung empfehlenswerter Ausrüstungen mit den verschiedenen Objektiven, Okularen, Beleuchtungsapparaten usw.; zu begrüßen ist, daß hierbei entsprechend den Anregungen der Staatlichen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht auch schwächere Vergrößerungen besonders berücksichtigt sind, die im allgemeinen für die Schulpraxis vollauf genügen und gerade den Anfängern in der Mikroskopie das Arbeiten sehr erleichtern. Darüber hinaus haben sie den nicht zu unterschätzenden Vorteil der Billigkeit, wie überhaupt das ganze Instrument als sehr preiswert bezeichnet werden muß, insbesondere, wenn man bedenkt, daß wir es hier mit einem Präzisionserzeugnis einer unserer leistungsfähigsten und angesehensten optischen Firmen zu tun haben.

Himmelserscheinungen im März und April 1928.

W. Z.: Welt-Zeit = Bürgerlich. Zeit Greenwich. 0h W. Z. = Mitternacht bürgerl. Zeit Greenwich. Stundenzählung von 0h bis 24h. M. E. Z. = Bürgerl. Zeit Stargard = W. Z. + 1h.

W. Z. 0h	März 1	6	11	16	21	26	31	April 5	10	15	20	25	30
☿ AR	22h 1m	21.52	21.53	22.3	22.19	22.40	23.3	23.30	23.58	0.28	1.0	1.35	2.13
☿ D	−8,7°	−10,7	−11,8	−12,1	−11,5	−10,3	−8,4	−5,9	−3,0	+0,4	+4,2	+8,3	+12,6
♀ AR	20h 46m	21.11	21.35	22.0	22.23	22.47	23.10	23.33	23.55	0.18	0.41	1.3	1.26
♀ D	−18,3°	−16,8	−15,1	−13,2	−11,2	−9,1	−6,8	−4,5	−2,1	+0,3	+2,7	+5,1	+7,4
☉ AR	22 h47m	23 5	23.24	23.42	0.0	0.19	0.37	0.55	1.13	1.32	1.50	2.9	2.28
☉ D	−7,8°	−5,8	−3,9	−1,9	+0,1	+2,0	+4,0	+5,9	+7,8	+9,6	+11,4	+13,0	+14,6
♂ AR	20h15m	20.31	20.46	21.2	21.17	21.33	21.48	22.3	22.17	22.32	22.46	23.1	23.15
♂ D	−20,8°	−20,0	−19,0	−18,0	−17,0	−15,8	−14,6	−13,4	−12,1	−10,7	−9,3	−7,9	−6,4
♃ AR	0h 31m		0.39		0.48		0.57		1.6		1.15		1.24
♃ D	+2,1°		+3,0		+4,0		+4,9		+5,8		+6,7		+7,6
♄ AR	17h 11m				17.13				17.13				17.10
♄ D	−21,4°				−21,4				−21,3				−21,3

Δ = Sternzeit für 0h Welt-Zeit; für östl. bzw. westl. Länge λ° v. Greenwich: ∓ λ · 0.657s

Zeitgl. = Mittl. Z. — Wahre Z.

Δ	10h 34m 12s	10. 53.54	11. 13.37	11. 33.20	11. 53.3	12. 12.45	12. 32.28	12. 52.11	13. 11.54	13. 31.37	13. 51.19	14. 11.2	14. 30.45
Zeitgl.	+12m36s	+11.32	+10.17	+8.55	+7.27	+5.56	+4.25	+2.55	+1.30	+0.11	−0.58	−1.58	−2.45

Breite v. Berlin (52,5°). Länge v. Stargard. Aufgang u. Untergang d. ob. ☉-Randes. M. E. Z.

☉ Aufg.	6h 50m	6.39	6.27	6.16	6.4	5.32	5.40	5.28	5.17	5.6	4.55	4.44	4.34
☉ Unterg.	17h 36m	17.46	17.55	18.3	18.12	18.21	18.30	18.38	18.47	18.56	19.4	19.13	19.22

Breite v. Berlin (52,5°). Länge v. Stargard. Aufgang u. Untergang d. ob. ☾-Randes. M. E. Z.

☾ Aufg.	11h 38m	17.41	23.32	3.53	6.25	8.8	12.58	19.0	(24.46)	3.46	5.21	8.20	14.31
☾ Unterg.	4h 20m	7.9	8.20	11.3	17.40	(25.1)	4.34	5.58	7.29	12.18	19.33	1.10	3.41

Mondphasen W. Z.	Neumond	Erstes Viertel	Vollmond	Letztes Viertel
	März 21. 20h 29,3m April 20. 5h 24,8m	März 28. 11h 54,3m April 26. 21h 41,7m	März 6. 11h 26,9m April 5. 3h 38,3m	März 14. 15h 20,0m April 13. 8h 8,7m

Verfinsterungen der Jupitertrabanten I, II, III, IV. E: Eintritt, A: Austritt. W. Z.

I	II	III	IV
März 6. 18h 53,9m A	März 15. 17h 18,6m A	—	—

Tägliches Erscheinen und Verschwinden der Planeten. Breite von Berlin. Länge von Stargard

M. E. Z.	☿	♀	♂	♃	♄
März 1.	—	A 5,8h Dm 6,4h	A 5,6h Dm 5,9h	Da 18,6h U 20,2h	A 2,6h Dm 5,6h
„ 11.	A 15,6h Dm 5,8h	A 5,7h Dm 6,1h	A 5,2h Dm 5,5h	Da 18,9h U 19,8h	A 1,8h Dm 5,3h
„ 21.	(5,3h)	A 5,4h Dm 5,7h	A 4,9h Dm 5,1h	Da 19,2h U 19,5h	A 1,3h Dm 4,9h
„ 31.	—	A 5,1h Dm 5.3h	A 4,5h Dm 4,7h	—	A 0,6h Dm 4,5h
April 10.	—	A 4,8h Dm 4,9h	A 4,1h Dm 4,3h	—	A 23,9h Dm 4,1h
„ 20.	—	(4,5h)	A 3,7h Dm 3,9h	—	A 23,2h Dm 3,7h
„ 30.	—	—	A 3,2h Dm 3,5h	—	A 22,5h Dm 3,4h

A = Aufgang; U = Untergang; Da und Dm = Erscheinen bzw. Verschwinden in der Dämmerung.

W. Z. Merkur in größter westl. Elongation 27°46′, März 22. 15h. **Jupiter** in Konjunktion mit der Sonne, April 6. 15h. **Frühlingsäquinoktium:** März 20. 20h 45m. *A. Weill.*

Für die Redaktion verantwortlich: Ministerialrat Professor Dr. K. Metzner, Berlin W. 8.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagsbuchhandlung gestattet.

Verlag von Julius Springer in Berlin W. — Druck der Univ.-Druckerei H. Stürtz A.G., Würzburg.