

Zeitschrift

für den

Physikalischen und Chemischen Unterricht.



XXXVIII. Jahrgang.

1925.

Sechstes Heft.

Friedrich Poske.

Von H. Matthée in Berlin.

Als am 29. September 1925 Ministerialrat METZNER den Herbstferienlehrgang der Staatlichen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht eröffnete, konnte er einen Gruß, den alle erwartet hatten, nicht ausrichten. POSKE war fern geblieben. Niemand wußte sich die Abwesenheit dieses Förderers einer ihm ganz besonders ans Herz gewachsenen Veranstaltung zu erklären, zumal den Näherstehenden bekannt war, daß er wenige Tage vorher in seltener Rüstigkeit und in voller Frische an den Festen zur Jubelfeier des fünfzigjährigen Bestehens seiner alten Schule, des Askanischen Gymnasiums in Berlin, teilgenommen hatte. Wie ein mit vernichtender Kraft herniederzuckender Blitz wirkte die am 30. September verbreitete Trauernachricht: POSKE ist uns am 28. September 1925 für immer entrissen worden. Noch können es seine zahllosen Freunde und Mitarbeiter gar nicht fassen, daß der Tod seine Hand nach diesem Manne ausstreckte. Aber treue und dankbare Erinnerung bewahren ihm alle, und seine Zeitschrift muß versuchen, ein Bild davon zu geben, wie er sein Leben mit unermüdlicher und fruchtbarer Arbeit auszufüllen wußte.

FRIEDRICH POSKE wurde am 5. April 1852 zu Berlin geboren. Von Ostern bis Michaelis 1861 besuchte er die erste Klasse der Vorschule des damaligen Königl. Friedrich Wilhelms-Gymnasiums und der Königl. Realschule, nachdem er vorher in einer Berliner Kommunalschule vorbereitet worden war. Zu seinen Mitschülern zählte RICHARD HEYNE; beide sollten später in ihrer Mannesarbeit dem gleichen Ziele zustreben und einer den andern ergänzen im Ringen um die gebührende Wertung des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Jetzt hat Prof. HEYNE seine persönlichen Erinnerungen für POSKES Lebensbild zur Verfügung gestellt. Mit dem Übergang nach Sexta trennten sich die Wege der beiden Knaben. POSKE trat auf Wunsch seiner Eltern in die Königl. Realschule über, während HEYNE auf das Friedrich Wilhelms-Gymnasium kam.

Auf dieser „Realschule erster Ordnung“ war OHRTMANN der Mathematiklehrer POSKES. Zu Anfang in Tertia im Englischen, später mehrere Jahre in Chemie und Physik unterrichtete ihn BERNHARD SCHWALBE, der am 1. Oktober 1865 als ordentlicher Lehrer an der Königl. Realschule angestellt worden war. SCHWALBE hat manches Samenkorn ausgestreut; in POSKE ist es aufgegangen und hat Blüte und Frucht gebracht. Der dankbare Schüler setzte seinem hochverehrten Lehrer, dessen universelle Arbeit er wohl fortzuführen gedachte, ein beide ehrendes Denkmal in der am 5. Mai 1901 gehaltenen Gedächtnisrede auf SCHWALBE¹⁾. Die lebendige Schilderung, die POSKE hier von SCHWALBES

¹⁾ BERNHARD SCHWALBE. Gedächtnisrede, gehalten von Dr. FRIEDRICH POSKE. Berlin, 1901. Julius Springer.

Unterricht in den Naturwissenschaften entwirft, läßt den Zusammenhang mit seiner eigenen Entwicklung deutlich erkennen. Es ist nicht nur für POSKES spätere Einstellung bezeichnend, sondern erinnert auch an die jüngsten Zielsetzungen, wenn POSKE die Wiedergabe seiner Schülereindrücke von SCHWALBE schließt mit den Worten: „Gern gedenke ich auch der Stunden, in denen er uns Abschnitte aus HUMBOLDTS Ansichten der Natur oder dem Kosmos vorlas, und durch die Wärme seines Vortrages in uns einen gleichgestimmten Sinn für die Schönheit einer gefühlvollen Naturauffassung erweckte. Es war ein Hauch weimarischen Geistes, der in solchen Stunden, durch HUMBOLDTS formvollendete Schilderungen vermittelt, in uns lebendig wurde.“

Die Reifeprüfung bestand POSKE 1869. Durch eine Ergänzungsprüfung erwarb er die Berechtigungen der Reifeprüfung an einem humanistischen Gymnasium. POSKE gehört zu den Männern, die für die 1900 erreichte Gleichberechtigung der realistischen mit den altsprachlichen Bildungsanstalten gekämpft haben, obwohl er nicht Mitglied des von SCHWALBE geleiteten Realschulmänner-Vereins war, sondern sich später den Freunden des humanistischen Gymnasiums anschloß.

Von Ostern 1870 bis 1873 studierte POSKE an der Berliner Universität. KUMMER, WEIERSTRASS, HELMHOLTZ, QUINCKE, FINKENER waren seine Lehrer. In Heidelberg, wo er seine Universitätsstudien von Ostern 1873 bis Michaelis 1874 fortsetzte, hörte er besonders KIRCHHOFF, BUNSEN und KUNO FISCHER. Hier wurde er im Sommer 1874 zum Dr. phil. promoviert auf Grund der Dissertation: Über die Bestimmung der absoluten Schwingungszahl eines Tones und die Abhängigkeit der Tonhöhe von der Amplitude. Die in Pogg. Annalen, Bd. 152, abgedruckte Arbeit gibt ein Verfahren an zur Bestimmung der Schwingungszahl von Stimmgabeln, das „mit ziemlich einfacher, rein optischer Beobachtungsweise eine äußerst große Genauigkeit verbindet.“ POSKE hat die Dissertation „seinem innigst verehrten Lehrer Herrn Professor Dr. M. STRACK, Prorektor der Königl. Realschule zu Berlin, als Zeichen seiner Hochachtung und Dankbarkeit gewidmet.“

Das Examen pro facultate docendi bestand POSKE am 30. 11. 1875 in Berlin. Er erhielt Lehrbefähigungen für Mathematik, Physik, Chemie, Mineralogie, Botanik, Zoologie. Während des Winterhalbjahrs 1875/76 war er Mitglied des von SCHELLBACH geleiteten mathematisch-pädagogischen Seminars am Königl. Friedrich-Wilhelms-Gymnasium in Berlin. Unter den „Atomen“, wie die von SCHELLBACH ausgebildeten Probanden scherzhaft genannt wurden, sind neben POSKE noch eine ganze Reihe bekannter Namen zu finden. Hier betätigte sich POSKE, wie vor ihm BRUNS und unmittelbar nach ihm der ehemalige Mitschüler HEYNE an den Arbeiten am SCHELLBACHSchen Apparat zur Ermittlung der Gesetze des Luftwiderstandes¹⁾.

Ostern 1876 begann POSKE seine Lehrtätigkeit am Askanischen Gymnasium in Berlin, wo er zum Herbst als ordentlicher Lehrer angestellt wurde, ein Jahr nach Eröffnung der Anstalt. In die Vorbereitungszeit fällt der Anfang der innigen Freundschaft, die POSKE mit HEINRICH VON STEIN verband, beide Schüler von EUGEN DÜHRING²⁾. Hierüber soll später ein besonderer Aufsatz handeln. 41 1/2 Jahre wirkte POSKE am Askanischen Gymnasium; er wurde Oberlehrer, Professor und erhielt bei seinem Übertritt in den Ruhestand eine besondere Auszeichnung durch die Verleihung des Charakters als Geheimer Studienrat.

Wie der Lehrer POSKE seinen Schülern gegenüberstand, hat Professor FRITZ HOFFMANN in den Askanischen Blättern³⁾ geschildert. Klarheit des Unterrichts wird ihm nachgerühmt, die auch denen das Verständnis von Mathematik und Naturwissen-

¹⁾ Vgl. KARL SCHELLBACH, Rückblick auf sein wissenschaftliches Leben; herausgegeben von FELIX MÜLLER. Leipzig 1905, Teubner.

²⁾ Vgl. ALOIS HÖFLER, Die Ideale des Realismus; diese Zeitschrift 30, 1, 1917.

³⁾ FRIEDRICH POSKE, von Professor FRITZ HOFFMANN. Askanische Blätter; Mitteilungen der Freien Vereinigung alter Abiturienten des Askanischen Gymnasiums. Berlin. Nr. 11 vom Dezember 1921; S. 10—12.

schaften erschloß, die sich zu diesen Fächern nicht hingezogen fühlten. Wo aber die Neigung des Schülers dem Lehrer entgegenkam, konnte POSKE seine hervorragenden Führeigenschaften zur Geltung bringen, und vielen ist er fürs ganze Leben vorbildlich geblieben. „Was die Schüler POSKES auszeichnete, das war ein eigentümliches Gefühl der eigenen Kraft, das sie vor keinem Problem, vor keiner Schwierigkeit zurückschrecken ließ; sie hatten gelernt, den Dingen zu Leibe zu gehen und selbst die Fragen anzupacken und sie zur Lösung zu zwingen. Sie waren zu wissenschaftlicher Selbständigkeit erzogen, die verlangt, daß man sich zu begrifflicher Klarheit durchringt, weil nur sie eigenes fruchtbares Denken ermöglicht.“ Die für den Unterricht in Betracht kommenden historischen Beziehungen wurden so herausgearbeitet, „daß POSKES Schülern Archimedes, Guericke, Newton, Galilei nicht bloße Namen blieben, sondern als Schöpfer von Gedanken nahe gebracht wurden, die sie in bescheidenem Umfange selber hatten nachdenken können.“ Frühzeitig führte er physikalische Schülerübungen ein. Daß er es an einem Gymnasium tat, beweist, welchen hohen Wert er der eigenen Erfahrung neben dem bloßen Übermitteln von Wissen beilegte. In dem noch jetzt am Askanischen Gymnasium bestehenden naturwissenschaftlichen Verein, den POSKE vor 25 Jahren gründete, kam er seinen Schülern persönlich besonders nahe; er trat gleichsam als älterer Freund und stets hilfsbereiter Ratgeber gegenüber angehenden Forschern auf. Ihm ist das seltene Glück beschieden gewesen, noch an den seinem Tode vorangegangenen Tagen selbst sehen zu können, wie dankbar ganze Schüलगenerationen empfanden, was sie an ihm gehabt haben.

POSKE arbeitete nicht nur an der Vervollkommnung des eigenen Unterrichts, sondern ihn bewegten auch die allgemeinen naturwissenschaftlichen Unterrichtsfragen. Im Januar 1882 hatte RICHARD HEYNE den „Verein zur Förderung des physikalischen Unterrichts“ zu Berlin gegründet. Es war das eine Tat der Selbsthilfe. Eifrige Männer traten zusammen, um die Lehrverfahren, die im Physikunterricht anzuwenden sind, zu vervollkommen und den Anschluß an die physikalische Wissenschaft zu pflegen. In diesen von HEYNE jahrzehntelang glänzend geleiteten Verein, der sich gegenwärtig einer schönen Blüte erfreut, wurde POSKE im Februar 1883 aufgenommen. Seine Paten waren BAER, KOPPE und SZYMAŃSKI. Sofort betätigte sich POSKE auf seinem Sondergebiete durch Berichte über neu erschienene Bücher zur Geschichte der Physik und neue Lehrbücher der Mechanik. Als der Verein besondere Ausschüsse bildete zur Beratung über den Lehrgang in den einzelnen Zweigen der Physik und zur Feststellung der hierin unbedingt notwendigen Versuche, trat POSKE der Abteilung für Akustik bei. Über die Ergebnisse der Arbeiten dieses Ausschusses berichtete er in Gemeinschaft mit VOSS I in der seit 1884 von der Berliner Firma für physikalische Apparate LISSER und BENECKE herausgegebenen „Zeitschrift zur Förderung des physikalischen Unterrichts“. Als BENECKE das Amt des Herausgebers dieser Zeitschrift niederlegte, übernahm POSKE im Februar 1887 die Schriftleitung. Aber schon im Mai 1887 trat er wieder zurück, und gleichzeitig damit stellte die Zeitschrift ihr Erscheinen ein, nachdem sie es auf drei Jahrgänge gebracht hatte. Am 23. Mai 1887 schrieb POSKE an den Berliner physikalischen Förderungsverein, daß er hoffte, es würde sich eine dieselbe Tendenz verfolgende selbständige Zeitschrift ins Leben rufen lassen; er erwarte zuversichtlich, Mitarbeiter und einen Verleger dafür zu finden und rechne darauf, zu einem derartigen Unternehmen die Zustimmung und Unterstützung des Vereins zu erlangen. Ein Vierteljahr später, am 22. August 1887, konnte er hinzufügen, daß eine „Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht“ unter seiner Schriftleitung im SPRINGERSchen Verlage vom 1. Oktober 1887 an erscheinen werde. „Damit war,“ schreibt HEYNE, „eine große Tat getan, eine Tat, die nur die richtig einschätzen können, welche die Entwicklung der Physik in dieser Zeit und das Streben der Lehrer der Physik, diese Wissenschaft den Schülern als etwas Werdendes zu bringen, mit durchlebt haben. In vorbildlich geschickter Weise gestaltete POSKE das Verhältnis der Zeitschrift zu dem Verein als dem Repräsentanten

der Lehrer. Völlige Unabhängigkeit und doch die innere Überzeugung des gegenseitig Gebundenseins ließen eine freudige Schar von Mitarbeitern entstehen und ebenso freudig sich ergänzen. Möge der Geist, der die Zeitschrift schuf und zu ihrer Höhe führte, ihr auch ferner gewahrt bleiben zum Heile unserer Wissenschaft und unserer Jugend.“ Der Verein ernannte POSKE beim 70. Geburtstage zum Ehrenmitgliede; HEYNE ist Ehrenvorsitzender des Vereins.

Die POSKESCHE Zeitschrift ist die wichtigste und ergiebigste Quelle für jeden, der ein Bild von der Wirksamkeit und der geistigen Eigenart des ersten Herausgebers entwerfen will. 38 inhaltvolle Bände erzählen die Geschichte der Entwicklung des physikalisch-chemischen Schulunterrichts in Deutschland während der letzten 40 Jahre, erzählen von dem selbstlosen Ringen ausgezeichneter und für ihr Fach begeisterter Lehrer nach höchster Steigerung ihrer Leistungen, und sie erzählen auch, wie POSKE die verschiedenartigsten Gesichtspunkte und die Zeitströmungen zu einer geschlossenen Einheit zusammenzufassen verstand. Mit peinlicher Gewissenhaftigkeit wachte er darüber, daß niemals der Anschluß an die Wissenschaft verloren ging. Eine „physikalisch-chemische Gartenlaube“, wie er sich in Gesprächen oft ausgedrückt hat, sollte seine Zeitschrift nicht werden. Er veröffentlichte eine Reihe Aufsätze, die auf die Gestaltung des physikalischen Schulunterrichts großen Einfluß ausgeübt haben. Dazu gehören: Experimentelle Einführung in die Lehre vom elektrischen Potential (3, 161 u. 311, 1890); Zum propädeutischen Unterricht in der Hydrostatik (6, 273, 1893); Grundfragen des physikalischen Unterrichts (Vortrag in Gießen 1901); Ein Lehrgang der Aërostatik (15, 321, 1902). In den als Sonderhefte zur Zeitschrift herausgegebenen Abhandlungen zur Didaktik und Philosophie der Naturwissenschaft erschien: Die Zentrifugalkraft, ein Beitrag zur Revision der Newtonschen Bewegungsgesetze (Band II, Heft 3, 1909). Aber die Aufzählung der von ihm selbst beigesteuerten Arbeiten, so bedeutungsvoll sie auch meistens sind, liefert keineswegs den ausschlaggebenden Maßstab für seine Verdienste. An alle Veröffentlichungen der Zeitschrift legte er gleichsam die letzte Hand an, er war im strengen Sinne des Wortes der Schriftleiter. Ließen sich die mündlichen Aussprachen und der Briefwechsel mit den Verfassern aller angenommenen und abgelehnten Beiträge zusammenstellen, so würde ein Riesenwerk entstehen, das beweisen müßte, in welcher umfassenden Weise POSKE dem naturwissenschaftlichen Unterricht der letzten Jahrzehnte sein persönliches Gepräge aufgedrückt hat. Es wäre ein idealer Zustand, wenn die freiwilligen Helfer an einer Zeitschrift das Gute und den Nutzen der pflichtgemäß und nach bester Einsicht getroffenen Anordnungen des Herausgebers sogleich erkennen sollten, ohne Befangenheit gegenüber dem oft Unangenehmen des Augenblicks. POSKE ist auch erfolgreich gewesen in der geduligen Arbeit an der Durchbildung seiner Fachgenossen zu wissenschaftlicher Klarheit, und mancher anfangs Widerstrebende hat ihm nachher innige Dankbarkeit bewahrt. Kein erregt gesprochenes Wort kam bei Verhandlungen über seine Lippen. Gütig und ernst, mild und gerecht hat er geurteilt und geleitet. Auf dem Boden solcher Tätigkeit gedeihen auch herzliche freundschaftliche Beziehungen. Die Zeitschrift erzählt von einem Freundeskreise POSKES, wie er selten einem einzelnen beschieden ist. Um überhaupt Namen zu nennen, sei erinnert an ALOIS HÖFLER, MAX KOPPE, FRIEDRICH C. G. MÜLLER, ERNST GOLDBECK, ERNST GRIMSEHL.

Der 25. Jahrgang (1912) der Zeitschrift zeigt POSKES wohlgeklungenes Bild. Trotz des Doppeljubiläums — ein Vierteljahrhundert Zeitschrift und 60-jähriger Geburtstag des Gründers — keine Würdigung der Verdienste des Herausgebers! Diese Tatsache kennzeichnet die große Bescheidenheit POSKES. Wohl aber leitet er den Band ein mit der Arbeit: „Die Hypothese in Wissenschaft und Unterricht“. Also auch das Grenzgebiet zwischen Naturwissenschaften und Philosophie hat eine Stelle in der Zeitschrift, und die übrigen Jahrgänge erweisen, daß es planmäßig gepflegt wird ohne Scheu vor rein philosophischen Fragen. POSKE hat schon früh die Notwendigkeit erkannt, „die Schranken zwischen den einzelnen Unterrichtsfächern zu beseitigen und unseren Unter-

richt dem Ziel einer einheitlichen Bildung entgegenzuführen“. Und dazu braucht nicht die Einrichtung eines eigenen Lehrfaches „Philosophie“ abgewartet zu werden, sondern „jeder Mathematiker und Physiker, der selber die Frage nach seinem Platz in der Welt für sich beantwortet hat und den das Herz dazu drängt, sollte nicht unterlassen, auch dieser letzten Frage in einer guten Stunde näher zu treten“¹⁾. POSKE forderte für die Physik eine führende Stellung unter den realistischen Unterrichtsfächern, weil ihr Verfahren das Vorbild liefere für alle Naturforschung, die allgemeinsten Gesetze für alle Naturvorgänge aufstelle und dadurch allen naturwissenschaftlichen Fächern den inneren Zusammenhang gebe. Vor allen anderen Fächern sei die Physik „dazu berufen, dem gesamten naturwissenschaftlichen Unterricht den philosophischen Abschluß zu geben“²⁾. Weil POSKE neben Übermittlung der Kenntnis von Tatsachen auch Einsicht in die logischen und psychologischen Grundlagen des Erkennens überhaupt als Ziel des physikalischen Unterrichts ansah, mußten sich die humanistischen Aufgaben des Physikunterrichts in seiner Zeitschrift widerspiegeln. Sofern der Unterricht in Physik eine Anschauung davon erzeugt, wie Wissen von wirklichen Dingen zustande kommt, behauptet POSKE, „daß vermöge dieser Leistung die Physik hinter keinem anderen, in engerem Sinne humanistisch genannten Unterrichtsgegenstande an Bildungswert zurückstehe, ja daß hierin kein anderer Gegenstand der Physik gleichkomme“³⁾. Der ehemalige Realschüler, der eine Nachprüfung in den klassischen Sprachen und in der alten Geschichte abgelegt hatte, fühlte sich lebenslang als Humanist. Wiederholt trat er ein für die Formel seines Freundes OTTO SCHROEDER: „Griechisch und Physik — die beiden Brennpunkte des Gymnasialunterrichts“. Den ersten Jahrgang der Zeitschrift leitete er ein durch die Darlegung: Ziel und Wege des physikalischen Unterrichts. Zum Beginn des zweiten (1898) und dritten (1908) Jahrzehnts konnte er der Zeitschrift Geleitworte mit auf den Weg geben, die Befriedigung über reiche Erfolge ausdrückten. An die Stelle des Vorworts zum vierten Jahrzehnt trat ein Aufsatz von HÖFLER, der in den Streit um Fragen der physikalischen Didaktik eingriff. Das bald beginnende fünfte Jahrzehnt wird hoffentlich eine Einführung zeitigen, worin sich der Geist POSKES weiter lebendig zeigt.

Wie im Berliner physikalischen Förderungsverein betätigte POSKE sich auch in dem am 5. Oktober 1891 zu Braunschweig gegründeten „Verein zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften“, der jetzt „Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts“ heißt. Von Anfang an Mitglied, wurde er 1907 in den auf der Dresdener Versammlung beschlossenen Vereinsausschuß bei seiner Begründung gewählt. Von 1909 ab gehörte er dem Vorstand an und übernahm nach GRIMSEHLS Heldentod 1914 die Geschäfte des Vorsitzenden. Wie POSKE durch zahlreiche Vorträge und seinen persönlichen Einfluß an der Blüte des Vereins mitgearbeitet hat, zeigt der von ihm 1916 veröffentlichte Rückblick über die ersten 25 Vereinsjahre⁴⁾. Auch für die 1895 ins Leben getretene Vereinszeitschrift „Unterrichtsblätter für Mathematik und Naturwissenschaften“ lieferte er Beiträge. Der Verein ehrte sein kraftvolles Wirken durch die Ernennung zum Ehrenmitgliede.

Bei der Versammlung in Danzig 1897 hatte der Deutsche Förderungsverein auf Betreiben von SCHWALBE beschlossen, regelmäßig ein Vereinsmitglied zu den Versammlungen der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte zu entsenden. SCHWALBE gehörte dem wissenschaftlichen Ausschuß der Gesellschaft an als Vertreter des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts. Der Beschluß wurde ausgeführt, und zum ersten Male ging PIETZKER 1898 zur Naturforscherversammlung nach Düsseldorf. Die

¹⁾ Diese Zeitschr. 25, 243, 1912.

²⁾ Diese Zeitschr. 21, 2, 1908.

³⁾ Diese Zeitschr. 11, 1, 1898.

⁴⁾ Die ersten fünfundzwanzig Jahre des Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts. Ein Rückblick, auf Grund von Aufzeichnungen FRIEDRICH PIETZKERS im Auftrage des Vorstandes herausgegeben von Dr. FRIEDRICH POSKE. Berlin 1916, Otto Salle.

Breslauer Tagung der Naturforscher sollte 1904 in Ausführung einer im Vorjahre angenommenen Entscheidung eine Kommission einsetzen mit der Aufgabe, über den gegenwärtigen Zustand des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts Bericht zu erstatten und Vorschläge zu seiner Verbesserung zu machen. Um auch Schulmännern die Mitwirkung an diesen Arbeiten zu sichern, nahm der große Förderungsverein vorher auf seiner Hauptversammlung in Halle ausdrücklich Stellung dazu mit dem Erfolge, daß fünf Vereinsmitglieder als Vertreter der Lehrer an den höheren Schulen in die von der Breslauer Naturforscherversammlung gewählte zwölfgliedrige Kommission hineinkamen. Darunter befand sich POSKE. Dieser Ausschuß bestand drei Jahre. An seine Stelle trat 1907 der „Deutsche Ausschuß für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht (Damnu)“. Welche Tätigkeit POSKE hier entfaltet hat, stellt der folgende Aufsatz des vorliegenden Heftes dar¹⁾. Eine der letzten Aufgaben POSKES war die Neubildung des Damnu. Mit der ihm eigenen Zähigkeit ließ er sich durch keine Schwierigkeiten abschrecken, und es war ihm noch vergönnt, die Freude zu erleben, daß der Damnu unter Führung von Prof. KONEN an der Universität Bonn die Arbeit wieder aufnahm.

Als Mitglied der Physikalischen Gesellschaft blieb POSKE in enger Fühlung mit der Wissenschaft und ihren Vertretern. Er war auch Mitglied der K. Leopoldinisch-Carolinischen deutschen Akademie der Naturforscher. Besonders herzlich pflegte er seine Beziehungen zu dem Wiener Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts. Wesentlich beteiligt war er an der Gründung des Berliner Vereins zur Förderung des mathematischen Unterrichts. POSKE verstand hervorragend zu organisieren, und wo es galt, für das Gedeihen des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts einzutreten, erschien er auf dem Plan. Sein Urteil über alle Fragen der von ihm vertretenen Lehrfächer wurde eingeholt und fand sorgfältige Beachtung. So besuchte er 1900 in amtlichem Auftrage die Pariser Weltausstellung, und 1910 war er an der Aufstellung der deutschen Unterrichtsabteilung auf der Weltausstellung in Brüssel beteiligt. In der Reichsschulkonferenz 1920 betonte er den Wert von Mathematik und Naturwissenschaften im Plan der Aufbauschule. Dieses unermüdliche Schaffen fand seinen Niederschlag in einer großen Zahl von Veröffentlichungen. Es schrieb nicht nur für seine, sondern auch für andere Zeitschriften, verfaßte weit verbreitete Lehrbücher der Physik, gab selbständige Schriften heraus, unter denen seine „Didaktik des physikalischen Unterrichts“ grundlegende Bedeutung hat, und sogar in Tageszeitungen ergriff er das Wort, um zu brennenden Fragen in breitester Öffentlichkeit Stellung zu nehmen. Neben seinen eigentlichen Fächern setzte er sich für allgemeine Belange ein. Die deutsche Philologenschaft hat ihm manche Förderung zu danken.

Man sollte meinen, daß ein über vierzigjähriges Schaffen in so erstaunlichem Ausmaße den Wunsch nach Ausruhen im Alter hervorrufen müßte. Wie wenig davon bei POSKE die Rede sein kann, zeigt die Tatsache, daß er 1917 nach dem Ausscheiden aus dem Lehramt ständiger Mitarbeiter an der Staatlichen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht wurde. Er hatte 1910 die Damnu-Abhandlung veröffentlicht: „Über die Notwendigkeit der Errichtung einer Zentralanstalt für den naturwissenschaftlichen Unterricht“²⁾. Mitten in der Unruhe des Kriegsanfanges ging der dort entwickelte Plan teilweise in Erfüllung dadurch, daß am 1. Oktober 1914 die jetzige Staatliche Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht ins Leben trat unter der Leitung ihres ersten Direktors HERMANN HAHN. Es ist bewundernswert, wie HAHN trotz aller Wirren der Zeit die Hauptstelle zu ungeahnter Blüte zu entwickeln vermochte. 1917 war der Tätigkeitsbereich schon derart umfassend, daß ein Helfer wie POSKE sehr gelegen kam. Hier hat er dann bis Ostern 1924 seine reiche Erfahrung

¹⁾ H. E. TIMERDING, FRIEDRICH POSKES Tätigkeit in den Ausschüssen für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht. Dieses Heft, S. 271.

²⁾ Schriften des Deutschen Ausschusses für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht. 1908—1913. Heft 5. Leipzig, 1910, Teubner.

in den Dienst des naturwissenschaftlichen Unterrichts für ganz Preußen gestellt. Die Akten legen Zeugnis ab von liebevoller Hingebung an die Sache, von Unbeugsamkeit in scharfem Kampfe gegen versteckte und offene Angriffe, von weitherzigem Entgegenkommen in jeder Not. Obwohl er die Sprache beherrschte wie selten jemand, zeigen die in seiner schwer lesbaren Schrift niedergeschriebenen Äußerungen doch, daß er sorgfältig am Ausdruck feilte. HAHN trat ein halbes Jahr nach POSKES Ausscheiden von der Leitung der Hauptstelle zurück. Am 30. September 1924 verabschiedete ihn Ministerialrat METZNER bei Gelegenheit der Eröffnung des Herbstferienlehrganges in feierlicher Weise, und hier konnte der Vertreter der höchsten Schulbehörde in Preußen auch POSKE den wärmsten Dank und die volle Anerkennung der Unterrichtsverwaltung aussprechen für seinen Dienst am Vaterlande.

POSKE suchte die Hauptstelle auch nach seinem Abgange regelmäßig auf. Jede Woche kam er, mitunter auch öfter, bis wenige Tage vor seinem Tode. Da schloß der zurückhaltende, manchmal wortkarge Mann sein Herz auf. Er hatte ein tiefes Gemüt, sein Inneres war weit geöffnet für alles Schöne und Edle im Leben und in der Kunst. Durch seinen Jugendfreund HEINRICH VON STEIN, dessen drei Bände „Gesammelte Dichtungen“ und „Lyrische Philosophie“ POSKE 1906 herausgab, hatte er Beziehungen zum Hause WAHNFRIED. Noch im letzten Sommer besuchte er wieder die Festspiele und wurde ergriffen „von der geweihten Höhe lebendiger Bayreuther Kunst“. Herben Schmerz bereitete ihm die Entwicklung der Schulreform in Preußen. Zunächst sah er sein Lebenswerk vernichtet. Aber es war nicht seine Art, sich entsagungsvoll niederdrücken zu lassen. Trotz seiner 73 Jahre war er entschlossen, rüstig von vorn anzufangen und neu aufzubauen. Ihn bewegten noch weitschauende Pläne, als der Tod ihn zu sanfter Ruhe bettete.

An seinem 70. Geburtstage wurden POSKE Zeichen der Liebe und Verehrung dargebracht, die ihn tief beglückten. Da erlebte er, daß die schönste Gabe, die dem Manne zuteil werden kann, Arbeit ist, die gedeiht. Gern erkannte er wahres Verdienst bei anderen an. Jüngere Fachgenossen, von denen er tüchtige Leistungen erwarten zu können glaubte, suchte er nach Kräften zu fördern. Seine Liebenswürdigkeit brachte es zuwege, daß er jahrelang freundlich umgehen konnte mit ihm wesensfremden Persönlichkeiten. In den Monaten vor seinem Tode schien seine sonst nicht allzufeste Gesundheit besonders gekräftigt; er war heiter und aufgeräumt und dachte gewiß nicht an ein rasches Ende. Nun hat er auf dem Dahlemer Friedhof, nahe der alten Dorfkirche, die letzte Ruhe gefunden. Sein Tod hat eine schmerzliche Lücke bei den Überlebenden gerissen und wird lange fühlbar bleiben. Aber noch viel größer ist die Trauer seiner Nächsten, für die sein Herz in Liebe und Treue schlug. Das leuchtende Bild rastloser Wirksamkeit, das er bis zuletzt gegeben hat, seine Teilnahme und Hingebung werden von tiefem und nachhaltigem Eindruck bleiben, und unauslöschlicher Dank ist ihm gesichert. Fortan gilt es, das von FRIEDRICH POSKE geschaffene Werk nicht verkümmern zu lassen, sondern nach seinem Vorbilde zielbewußt weiter zu arbeiten.

Friedrich Poskes Tätigkeit in den Ausschüssen für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht¹⁾.

Von H. E. Timerding in Braunschweig.

Als im Jahre 1904 auf der Naturforscherversammlung in Breslau die Unterrichtskommission der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte eingesetzt wurde, hatte FR. POSKE bereits auf eine lange erfolgreiche Tätigkeit im Dienste des physikalischen

¹⁾ Man vergleiche: A. GUTZMER, Die Tätigkeit der Unterrichtskommission der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte. Leipzig 1907. — Schriften des deutschen Ausschusses für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht. Leipzig 1909—1925.

Unterrichts zurückzublicken. Ihm fiel deshalb innerhalb der Kommission wesentlich die Vertretung der Physik zu. Da er aber gleichzeitig auch immer für die Chemie als Lehrfach der höheren Schulen gewirkt hatte, so lag es in der Natur der Sache, daß er gleichzeitig in den beiden Sektionen der Kommission, der mathematisch-physikalischen und der chemisch-biologischen, seine reichen Erfahrungen nutzbar machen konnte. Die Beratungen der Kommission führten schon im nächsten Jahre, 1905, zu den bekannten Meraner Vorschlägen. Auf POSKE gehen die drei Grundsätze zurück, die dabei für den physikalischen Unterricht aufgestellt wurden. Sie sind von so entscheidender Bedeutung geworden, daß es berechtigt erscheint, sie an dieser Stelle wörtlich anzuführen. Sie lauten:

Grundsatz 1. Die Physik ist im Unterricht nicht als mathematische Wissenschaft, sondern als Naturwissenschaft zu behandeln.

Grundsatz 2. Die Physik als Unterrichtsgegenstand ist so zu betreiben, daß sie als Vorbild für die Art, wie überhaupt im Bereiche der Erfahrungswissenschaften Erkenntnis gewonnen wird, dienen kann.

Grundsatz 3. Für die physikalische Ausbildung der Schüler sind planmäßig geordnete Übungen im eigenen Beobachten und Experimentieren notwendig.

Diese Grundsätze sind heute so allgemein anerkannt, daß kaum jemand nötig finden wird, sie besonders zu betonen. Damals bestand aber vielleicht eine gewisse Gefahr, daß in einer zu innigen Verkoppelung mit dem mathematischen Unterricht die Physik allzu theoretisch betrieben wurde. Es lag in POSKES Natur begründet, daß er diese Gefahr eher überschätzte als unterschätzte, vielleicht gerade deshalb, weil ihn im Innersten nicht die bunte Fülle der Naturerscheinungen, sondern die methodische Klärung der grundlegenden Begriffe lockte. Daher auch die besondere Formulierung des zweiten Grundsatzes. Nicht die mathematische Abstraktion wollte POSKE vermeiden, im Gegenteil drängte es ihn gerade dahin. Nur wollte er, daß der Ursprung der in solcher Abstraktion ausgedrückten Erkenntnis klar erfaßt und im Unterricht zur Geltung gebracht werden sollte. Wie im einzelnen danach der physikalische Unterricht zu gestalten ist, hat POSKE nicht bloß in den Meraner Lehrplanentwürfen, sondern auch in seinem Lehrbuch und dann in der für Lehrer der Physik geschriebenen Didaktik des physikalischen Unterrichts ausführlich entwickelt.

Bei den weiteren Arbeiten der Kommission gingen POSKES Bestrebungen vor allen Dingen nach einer Vermehrung der für den Physikunterricht zur Verfügung stehenden Stundenzahlen, weil mit dem vorhandenen Ausmaß der Lehrstunden das Ziel, das ihm vorschwebte, unmöglich erreicht werden konnte. Namentlich galt es, Platz für die Schülerübungen zu gewinnen. Es war unvermeidlich, daß in diesem Kampfe POSKE nicht bloß gegen die geisteswissenschaftlichen Fächer Stellung nehmen, sondern mitunter auch für die bevorzugte Stellung, die er der Physik verschaffen wollte, gegen die anderen mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer eintreten mußte. Es lag aber im Wesen der Organisation, die für die Vertretung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Belange geschaffen worden war, daß es auf diese Weise zu einem Konflikt innerhalb des realistischen Lagers nicht kommen konnte, vielmehr immer abgegliche Vorschläge entstanden, bei denen denn auch die Physik zu ihrem Rechte kam.

Die Einzelheiten zu wiederholen, ist hier nicht am Platze, wo es sich nur darum handelt, die Rolle, die POSKE bei diesen Arbeiten gespielt hat, hervorzuheben. Es kamen zunächst die Reformvorschläge zu Stuttgart 1906 und zu Dresden 1907. Die Naturforscherversammlung bildete jedes Jahr die Stelle, an welcher das während der Zwischenzeit Erarbeitete zusammengefaßt und zu bestimmten Forderungen verdichtet wurde. Wie innig die verschiedenen wirkenden Kräfte ineinander griffen, kann man daraus ersehen, daß 1907 für den physikalischen Universitätsunterricht die Forderung erhoben wurde, bei der großen Vorlesung über Experimentalphysik die üblichen Bezeichnungen der höheren Mathematik ohne Beschränkung zu verwenden. Dieser Gedanke entspricht ganz der Richtung, die F. KLEIN den Reformbestrebungen

gab. In POSKES Sinn hätte es eher gelegen, den experimentellen Charakter der Vorlesung gegenüber dazwischen gestreuten theoretischen Erörterungen zu betonen und nur deswegen die prägnante Bezeichnungsweise der höheren Analysis rückhaltlos zu vertreten.

Im Jahre 1907 löste sich die Unterrichtskommission der Naturforschergesellschaft auf. An ihre Stelle trat eine Organisation mit breiterer Basis, die am 3. Januar 1908 in Köln als Abordnung von zunächst 16 wissenschaftlichen Vereinigungen naturwissenschaftlich-medizinischer Fachrichtung gegründet wurde und die Bezeichnung „Deutscher Ausschuß für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht“ (Damnu) erhielt. POSKE war als Vertreter der Deutschen Physikalischen Gesellschaft an der Gründung beteiligt. Auch der Ostern 1908 in Rom gegründeten Internationalen Mathematischen Unterrichts-Kommission (Imuk) wurde er im deutschen Beirat angegliedert. Mit dieser Kommission blieb er aber nur lose verknüpft, dagegen sammelte sich in dem Damnu die ganze Kraft seines zielbewußten Eintretens für die Interessen des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Nicht bloß, daß er an den Ausschußsitzungen ständig teilnahm und bei ihnen eine entscheidende Rolle spielte, daß er an den Veröffentlichungen des Ausschusses mitarbeitete, er war für den Ausschuß namentlich dadurch von unschätzbarem Werte, daß er die Verbindung mit den preußischen Behörden ebenso taktvoll wie unermüdlich aufrecht erhielt. Er fühlte sich mit dem Damnu aufs engste verwachsen und hielt an ihm fest bis an sein Lebensende, auch als die Inflationszeit die Weiterführung der Arbeiten durch die geldlichen Schwierigkeiten nahezu unmöglich machte. Diese Zähigkeit und selbstlose Hingabe muß auch dem Toten noch gedankt werden, vielleicht um so mehr, als der Lebende sich während der letzten Zeit in seinem besten Streben und Wollen vereinsamt und verlassen fühlte, wengleich nicht die Interesselosigkeit irgend eines Menschen, sondern nur die Ungunst der Verhältnisse den höchst förderbaren Zusammenkünften der Ausschußmitglieder ein Ende bereitete und auch die Veröffentlichungsmöglichkeiten sehr einschränkte. Wie die meisten, die jenseits eines gewissen Lebensalters standen, hat er die Schwere dieser wirtschaftlichen Katastrophe wohl empfunden, aber nicht begriffen. Es gehört die Spannkraft der Jugend dazu, alles, was man besessen, verloren zu geben und wieder von vorne anzufangen, unter hundertmal erschwerten Verhältnissen. Aber er zeigte die Mannhaftigkeit, die in seinem schwächtigen Körper steckte, darin, daß er ungebeugt aushielt bis ans Ende. Wie er gleich bei Beginn der Ausschußarbeiten sich sehr lebhaft an der damals gerade aktuellen Frage des höheren Mädchenschulwesens beteiligte, für dessen umgeschmolzene Formen es galt, die nötigen Lehrkräfte zu finden, und wie er kurz darauf mit einer Denkschrift über die Notwendigkeit der Errichtung einer „Zentralanstalt für den naturwissenschaftlichen Unterricht“ hervortrat, die auf einem Vortrag in einer Ausschußsitzung und den daran sich anschließenden Beratungen beruhte, und deren praktische Bedeutung ohne weiteres vor Augen liegt, so hat er auch nach dem Kriege, als es galt zu sehen, was weiter wird, die Arbeiten mit durchgeführt, die nach den im letzten Toben der Schlachten geschriebenen Denkschriften in lange andauernden Beratungen zu den sorgfältig durchprüften „Neuen Lehrplänen für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht“ an den höheren Lehranstalten führten (1922).

Es läßt sich begreifen, mit welchen Gefühlen ihn die plötzlich einsetzende anti-realistische Bewegung in Preußen erfüllte. Daß der Damnu sich dem entschieden widersetze, ist wesentlich POSKES Verdienst, der die Einwendungen in einer von ihm herausgegebenen Denkschrift niederlegte. Die beste Einwendung liegt vielleicht in seiner eigenen Persönlichkeit. Daß auf dem Boden der Naturwissenschaften echter Humanismus erblühen kann, zeigt POSKES ganzes Leben und Wirken. Er hatte seine Lebensarbeit auf der Physik aufgebaut, aber ihm wurde die Physik wie einem GALILEI und HELMHOLTZ die Quelle der geistigen Abklärung auf der Grundlage einer sicheren Weltauffassung. Wenn jemand im schönsten Sinne des Wortes Humanist gewesen ist, so war es FRIEDRICH POSKE.

Schülerübung zur Formel für die Schwingdauer eines Schwingers.

Von Dr. Curt Fischer in Berlin.

(Mitteilung d. r. Staatlichen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht in Berlin.)

1. Inhalt. In seinem Aufsätze über die Starre hat H. HAHN¹⁾ u. a. auch den Gang einer Schülerübung entworfen: Bei einem aus einer Schraubenfeder²⁾ und einer angehängten Last bestehenden Schwinger soll die Abhängigkeit der Schwingdauer τ von der schwingenden Masse m und von der Starre f der Federung durch Versuche gefunden werden. Es besteht bekanntlich die Beziehung:

$$\tau = 2\pi \sqrt{\frac{m}{f}}$$

Im folgenden soll nun der HAHNSche Versuchentwurf in die Wirklichkeit umgesetzt werden. Die Darstellung bringt zunächst die Schülerversuche in Anlehnung an die Ausführungen von H. HAHN und geht alsdann auf die Begründung der hier gewählten Abmessungen der Federn ein.

Die Schülerübung.

2. Geräte. Zur Messung wird ein Satz von fünf Federn gebraucht. Die Abmessungen der fünf verschiedenen Federn aus Klaviersaitendraht sind in der Tabelle 1 zusammengestellt; Fig. 1 gibt ein maßgetreues Umrißbild der Federn. Ferner werden gebraucht: Arbeitsbock nach QUINCKE (*diese Zeitschrift V, 116. 1892*), GRIMSEHLscher Höhenmaßstab (A. Krüß, Hamburg, Preisliste 16, Nr. 604) und die im Handbuch für physikalische Schüler-

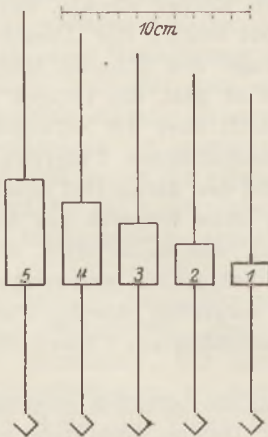


Fig. 1.

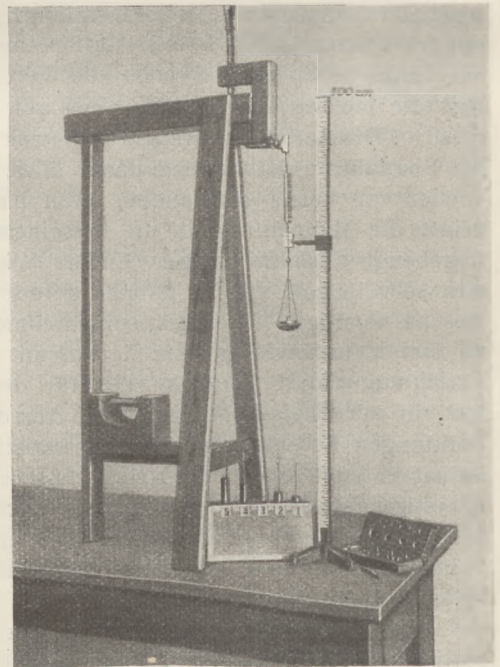


Fig. 2.

übungen von H. HAHN genannten Geräte: Schraubzwinde mit Feilkloben, Wagschale, Wage, Gewichtsatz und Abgleichschrot, Stoppuhr, Plastilin, weißes Papier.

¹⁾ H. HAHN, Die Starre. Mitteilungen der Preussischen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht. Heft 4. Seite 48 ff.

²⁾ Vgl. C. FISCHER, Die belastete Schraubenfeder als Urbild eines schwingenden Systems. *Diese Zeitschrift* (38), 1925, S. 113.

Tabelle 1.

Feder Nr.	5	4	3	2	1	gefordert
Mittl. Drahtdicke [mm]	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,90
Mittl. auß. Windungsdurchmesser [cm]	2,057	2,075	2,071	2,075	2,066	2,090
Windungszahl	61,95	48,70	36,45	24,00	12,50	—
Masse der ganzen Feder [g]	21,36	17,02	13,00	8,86	5,13	—
Nachgiebigkeit für 400 Gramm $\left[\frac{\text{cm}}{\text{g}^*} \right]$	24,98	20,02	15,01	9,99	5,05	1 bis 5 × 5,00

Tabelle 2.

a	b	c	d	e	f	g
Feder Nr.	Starre $f \left[\frac{\text{Dyn}}{\text{cm}} \right]$	Schwingende Masse m [g]	Gemessene Schwingdauer τ_{gem} [sek]	τ_{gem}^2	$\tau_{\text{gem}}^2 : m$	$\frac{\tau - \tau_{\text{gem}}}{\tau_{\text{gem}}}$ in %
5	$15,71 \cdot 10^3$ $\pm 0,2\%$	507,30	1,122	1,260	$2,484 \cdot 10^{-3}$	+ 0,59
		407,30	1,007	1,014		+ 0,45
		307,30	0,8763	0,7679		+ 0,27
		207,30	0,7227	0,5223		- 0,14
		107,30	0,5214	0,2719		- 0,40
		Mittel = $2,505 \cdot 10^{-3}$ $\pm 0,4\%$				
4	$19,60 \cdot 10^3$ $\pm 0,2\%$	505,85	1,002	1,003	$1,983 \cdot 10^{-3}$	+ 0,78
		405,85	0,9004	0,8107		+ 0,41
		305,85	0,7842	0,6149		+ 0,08
		205,85	0,6452	0,4164		- 0,20
		105,85	0,4632	0,2146		- 0,32
		Mittel = $2,008 \cdot 10^{-3}$ $\pm 0,4\%$				
3	$26,15 \cdot 10^3$ $\pm 0,2\%$	504,61	0,8688	0,7548	$1,496 \cdot 10^{-3}$	+ 0,47
		404,61	0,7787	0,6064		+ 0,37
		304,61	0,6773	0,4587		+ 0,13
		204,61	0,5554	0,3085		+ 0,07
		104,61	0,3982	0,1586		- 0,20
		Mittel = $1,505 \cdot 10^{-3}$ $\pm 0,2\%$				
2	$39,28 \cdot 10^3$ $\pm 0,3\%$	503,15	0,7051	0,4972	$0,9890 \cdot 10^{-3}$	+ 0,85
		403,15	0,6335	0,4013		+ 0,17
		303,15	0,5504	0,3029		+ 0,29
		203,15	0,4511	0,2035		+ 0,18
		103,15	0,3244	0,1052		- 0,75
		Mittel = $1,001 \cdot 10^{-3}$ $\pm 0,5\%$				
1	$77,69 \cdot 10^3$ $\pm 0,2\%$	501,88	0,5049	0,2549	$0,5080 \cdot 10^{-3}$	+ 0,02
		401,88	0,4535	0,2057		- 0,35
		301,88	0,3935	0,1548		- 0,46
		251,88	0,3604	0,1299		- 0,74
		201,88	0,3218	0,1036		- 0,47
		Mittel = $0,5123 \cdot 10^{-3}$ $\pm 0,2\%$				

3. $\tau^2 \sim m$. Zunächst wird im Unterricht die Frage aufgeworfen, ob und wie die Schwingdauer von der schwingenden Masse bei gleichbleibender Starre abhängt. Jede Schülergruppe erhält eine der fünf Federn und hängt sie an einem möglichst starren Gestell auf, wie Fig. 2 zeigt. An die Feder wird eine Wagschale gehängt, und als Belastung werden nacheinander 500, 400, 300, 200 und 100 g gewählt. Für jede dieser Belastungen wird die Schwingdauer gemessen durch Zählen von 100 bis 300 Schwingungen in der durch eine Stoppuhr zu bestimmenden Zeit. Die Zähldauer soll etwa 100 Sekunden betragen. Als schwingende Masse m ist anzusetzen die Summe der Massen von Wagschale und Belastung und $\frac{1}{3}$ der Federmasse. Eine Zusammenstellung der Versuchsergebnisse der fünf Gruppen liefert die in Fig. 3 gezeichnete bildliche Darstellung, wobei wagerecht die schwingende Masse, senkrecht die Schwingdauer aufgetragen ist. Der parabelförmige Verlauf der

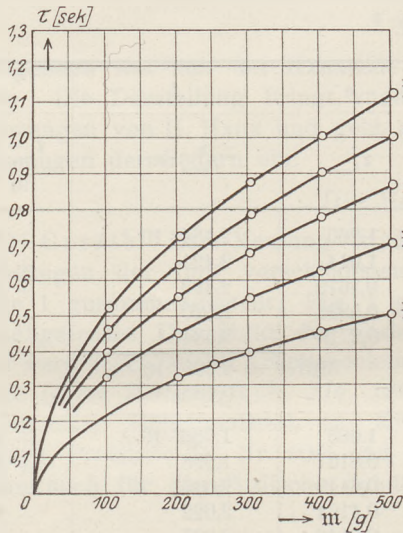


Fig. 3.

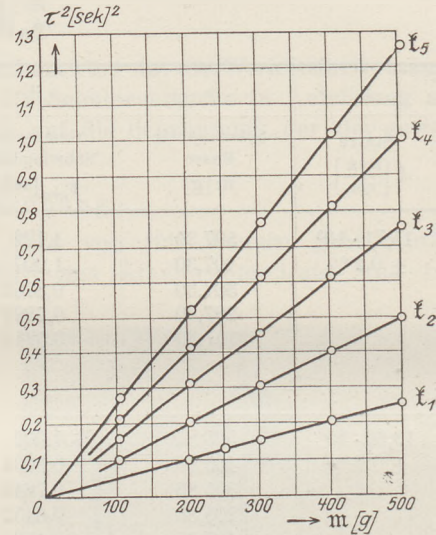


Fig. 4.

Schaulinien legt dem Schüler die Vermutung nahe, daß sich die Quadrate der Schwingdauern wie die schwingenden Massen verhalten. Trägt er demnach, wie in Fig. 4, τ^2 abhängig von m auf, so erhält er tatsächlich fünf gerade Linien durch den Nullpunkt. In Tabelle 2 sind die gemessenen Zahlenwerte zusammengestellt, wobei hier zunächst die Spalten a, c, d, e in Frage kommen. Durch Berechnung von $\tau^2 : m$ prüfen die Schüler die Genauigkeit des gefundenen Gesetzes (Spalte f).

4. Bemerkungen hierzu. Zu den beschriebenen Versuchen sind folgende Bemerkungen zu machen:

a) Bei gewissen Belastungen der Federn lagern sich über die Längsschwingungen störende Querschwingungen. Da die Ursache hierfür in der Koppelung¹⁾ und der zufälligen Gleichstimmung beider Schwingarten liegt, so kann diese Nebenerscheinung durch kürzeres oder längeres Einspannen des oberen Federendes oder durch Zwischen-schalten eines Fadens zwischen Federhaken und Wagschale abgestellt werden.

b) Die Messung kurzer Schwingdauern fällt einigen Schülern schwer. Es erscheint deshalb ratsam, die kurze Feder Nr. 1 einem Schüler zu geben, der von der Musik her an das Zählen von Zeitabständen gewöhnt ist. Aus demselben Grunde ist bei dieser Feder die Schwingdauer für 100 g Belastung nicht eingetragen, dafür die für 250 g.

¹⁾ Vgl. C. FISCHER, Die Schraubenfeder. Mitteilungen der Preußischen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht. Heft 4. 1920. S. 164 ff.

e) Die einfachen Stoppuhren rücken stets um 0,2 sek vor. Während bei den Messungen in Tabelle 2 soviel Schwingungen gezählt wurden, daß die Uhr rund 200 Sekunden anzeigte, die Ablesegenauigkeit also 0,1 v. H. war, so kann man in Schülerübungen mit der halben Genauigkeit auskommen; der Schüler zählt also auf runde Zahlen hin so lange, bis die Uhr etwa 100 Sekunden zeigt. Die Vorschrift, jedesmal 100 Schwingungen zu zählen, würde recht verschiedene Genauigkeit der einzelnen Messungen liefern, wenn nicht ein Ausgleich durch entsprechende Häufung der Beobachtungen erfolgt. Auch für das Arbeiten in gleicher Front ist gleiche Zeitdauer der Beobachtungen erwünscht.

d) Der Anteil, den die Federmasse zur schwingenden Masse beiträgt, ist hier (Tabelle 2c) als $\frac{1}{3}$ der Windungsmasse, vermehrt um die ganze Masse des unteren Federendes, berechnet worden. Wenn der Schüler statt dessen einfach $\frac{1}{3}$ von der

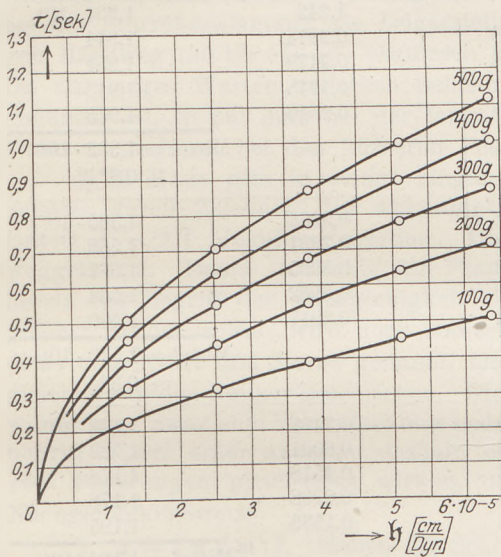


Fig. 5.

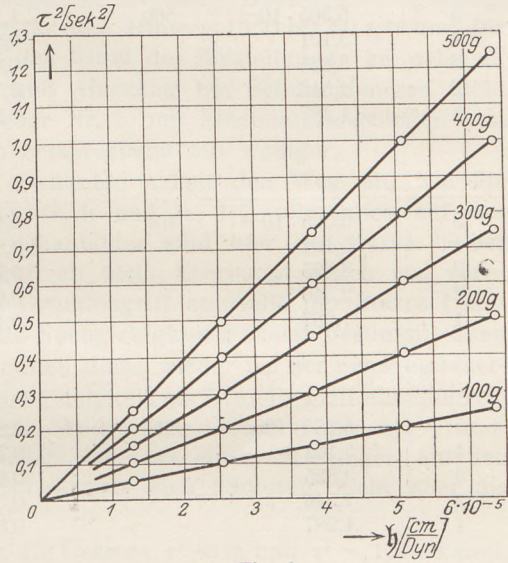


Fig. 6.

ganzen Masse der Feder nimmt, so wird das Quadrat der berechneten Schwingdauer im ungünstigsten Fall nur 0,27 v. H. zu klein; der Fehler liegt also innerhalb der angenommenen Meßfehler für τ .

5. $\tau^2 \sim h$. Die zweite Frage ist die: Wie hängt die Schwingdauer von der Starre bei gleichbleibender Masse ab? Die Beantwortung dieser Frage bedarf keiner neuen Schwingungsbeobachtung, sondern jede Gruppe muß nur die Starre ihrer Feder bestimmen. Das geschieht am einfachsten mit der in Fig. 2 dargestellten Anordnung. Ein Stück Papier mit Bleistiftkreuz wird mit Plastilin am unteren Achsenstück der Feder angeklebt. Der Höhenmaßstab, auf das Kreuz eingestellt, gibt die Lage des Federendes bei Belastungen mit 550, 450, . . . 50 g* an. Die kleinste Belastung 50 g* wird dabei am einfachsten durch die mit Schrot auf 50 g* abgegichene Wagschale dargestellt. Die Messung ergab die in Tabelle 2 Spalte b und Tabelle 3 Spalte b angegebenen Werte für die Starre und für die Nachgiebigkeit.

Nun entnimmt man aus dem Schaubilde Fig. 3 für je fünf gleiche Massen (500, 400, . . . 100 g) die Werte für die Schwingdauer und trägt sie abhängig von der Nachgiebigkeit $h = 1/f$ als neues Schaubild auf (Fig. 5). Auch hier erhält man parabelähnliche Linien, die das Gesetz $\tau^2 \sim h$ vermuten lassen. Dementsprechend ist Fig. 6 aus Fig. 4 ebenso entstanden wie Fig. 5 aus Fig. 3. Die Darstellung Fig. 6, in der τ^2 abhängig von h gezeichnet ist, zeigt mit ihren fünf durch den Nullpunkt gehenden Geraden, daß $\tau^2 \sim h$ oder $\tau^2 \sim 1/f$ ist. Anstatt die Schaulinien der Fig. 3

und 4 zur Herstellung der Bilder Fig. 5 und 6 zu verwenden, kann man auch, da das Gesetz $\tau^2 \sim m$ bekannt ist, die gemessenen Schwingdauern auf die gleichen Massen 500, 400, . . . 100 g umrechnen, wie das in Tabelle 3 Spalte d geschehen ist. Mit den so errechneten Werten τ' kann dann die Beziehung $\tau'^2 : \eta = \text{konst.}$ geprüft werden (Tabelle 3 Spalte f).

Tabelle 3.

a	b	c	d	e	f
Feder Nr.	Nachgiebigkeit $\eta = \frac{1}{f} \left[\frac{\text{cm}}{\text{Dyn}} \right]$	Schwingende Masse m [g]	Umgerechnete Schwingdauer τ' [sek]	τ'^2	$\tau'^2 : \eta$
5	$6,365 \cdot 10^{-5}$	500	1,114	1,242	$1,951 \cdot 10^4$
4	5,101		0,9958	0,9914	1,944
3	3,825		0,8648	0,7479	1,951
2	2,546		0,7032	0,4945	1,943
1	1,287		0,5040	0,2540	1,973
					Mittel = $1,952 \cdot 10^4$ $\pm 0,3\%$
5	$6,365 \cdot 10^{-5}$	400	0,9982	0,9963	$1,565 \cdot 10^4$
4	5,101		0,8939	0,7991	1,566
3	3,825		0,7742	0,5995	1,567
2	2,546		0,6310	0,3982	1,564
1	1,287		0,4524	0,2047	1,590
					Mittel = $1,570 \cdot 10^4$ $\pm 0,3\%$
5	$6,365 \cdot 10^{-5}$	300	0,8658	0,7493	$1,178 \cdot 10^4$
4	5,101		0,7766	0,6031	1,182
3	3,825		0,6722	0,4518	1,178
2	2,546		0,5475	0,2998	1,178
1	1,287		0,3923	0,1539	1,195
					Mittel = $1,182 \cdot 10^4$ $\pm 0,3\%$
5	$6,365 \cdot 10^{-5}$	200	0,7099	0,5039	$0,7917 \cdot 10^4$
4	5,101		0,6360	0,4044	0,7929
3	3,825		0,5491	0,3016	0,7885
2	2,546		0,4374	0,2003	0,7869
1	1,287		0,3211	0,1031	0,8013
					Mittel = $0,7923 \cdot 10^4$ $\pm 0,3\%$
5	$6,365 \cdot 10^{-5}$	100	0,5034	0,2533	$0,3980 \cdot 10^4$
4	5,101		0,4502	0,2013	0,3974
3	3,825		0,3893	0,1516	0,3963
2	2,546		0,3194	0,1020	0,4008
1	1,287		0,2265	0,05130	0,3985
					Mittel = $0,3982 \cdot 10^4$ $\pm 0,2\%$

6. Bemerkungen hierzu. a) Die weitaus größten Abweichungen von der Theorie sind durch die Festsetzung hervorgerufen, daß die Starre der Federn in ihrem ganzen Ausdehnungsbereich als sich gleichbleibend angesehen werden soll. Die mittlere Abweichung für jeden mittleren Starrewert überschreitet aber nicht $\pm 0,3$ v. H., wenn man die Nachgiebigkeit mittels kleinster Fehlerquadrate berechnet. Die Abhängigkeit der Starre von der Belastung in die Rechnung einzuführen, wider-

spricht dem Zweck der Übung. Diese Abweichungen müssen deshalb mit in Kauf genommen werden.

b) Der Schüler berechnet aus seinen Messungen die Nachgiebigkeit für $500 - 250 = 450 - 150 = 350 - 50 = 300 \text{ g}^*$ und nimmt daraus das Mittel. Dabei treten zwar Abweichungen auf, die etwas größer als 1 v. H. sein können (die größte beobachtete mittlere Abweichung vom Mittelwert war $\pm 0,5$ v. H.). Aber diese Mittelwerte sind gegen die mit kleinsten Quadraten berechneten nur um höchstens 0,2 v. H. größer. Das Quadrat der berechneten Schwingdauer weist dann denselben Fehler auf. Er liegt innerhalb der angenommenen Meßgenauigkeit für τ^2 und er wird obendrein bei der Berechnung von τ aus m und h (vgl. Abschnitt 7) durch den unter 4d genannten Fehler teilweise aufgehoben.

c) Die Federn werden durch 550 g^* bis nahe an ihre Belastungsgrenze beansprucht. Deshalb hat man mit Nachwirkungserscheinungen zu rechnen. Darum ist es günstig, bei der Starrebestimmung die Zeigerstellung für den Hinweg (550 bis 50 g^*) und für den Rückweg (50 bis 550 g^*) abzulesen und das Mittel der Einstellungen zu nehmen. Da ein langes Warten zwischen Belastung und Ablesung bei Schülerübungen nicht angängig ist, so hat man bei der langen Feder Nr. 5 mit Einstellunterschieden von 1 mm zu rechnen, bei den kürzeren Federn entsprechend mit weniger.

d) H. HANN gibt in seiner eingangs erwähnten Arbeit den Weg an, wie die Schüler durch Zeichnen der Abhängigkeiten (τ, f) und $(\tau, 1/f)$ allmählich auf das Gesetz $\tau^2 \sim 1/f$ hingeführt werden. Diese Schaubilder sind hier der Kürze halber weggelassen. Dabei tritt aber die Frage auf, ob nicht überhaupt gleich von vornherein der Begriff der Nachgiebigkeit h als Grundbegriff an Stelle der Starre f eingeführt werden sollte; wird doch statisch die Nachgiebigkeit h zuerst bestimmt, dann diese umgekehrt und Starre genannt, und endlich diese wieder bei der Schwingdauer-gleichung in den Nenner geschrieben. Die Nachgiebigkeit als Grundbegriff einzuführen, würde hier zwar eine Vereinfachung bedeuten. Andererseits erscheint mir der Grundbegriff Starre unter anderem deshalb einfacher, weil bei einem Schwinger, auf den zwei Federungen gleichzeitig wirken, die Starrewerte sich addieren, nicht aber die Nachgiebigkeitswerte.

7. $\tau = 2\pi\sqrt{m:f}$. Haben die Schüler die Gesetze $\tau^2 \sim m$ und $\tau^2 \sim 1/f$ erkannt, so bleibt noch übrig, den Faktor A^2 in der Formel $\tau^2 = A^2 m : f$ aus allen zusammengehörigen Meßergebnissen für τ , m und f zu errechnen. Wir multiplizieren zu dem Zwecke die Mittelwerte von $\tau_{\text{gem.}}^2 : m$ der Tabelle 2f mit den zugehörigen Starrewerten und erhalten dadurch mit dem mittleren Fehler $0,1$ v. H. immer die gleiche Zahl, deren Mittelwert $A^2 = 39,44$ um $0,1$ v. H. größer ist als der Faktor $4\pi^2$, den nachher die Theorie liefert. Ein getreues Bild über die Fehler der einzelnen Messungen liefert die Spalte g der Tabelle 2. Dort ist für jede Messung der Unterschied zwischen der berechneten und der gemessenen Schwingdauer als prozentischer Fehler eingetragen. Alle Fehler bleiben danach unter 1 v. H. Daß die Summe aller Fehler nicht 0 , sondern $1,4$ v. H. ist, hat seinen Hauptgrund in der falschen Voraussetzung einer sich gleichbleibenden Starre. Aus diesen Zahlen ergibt sich, daß die Einzelmessung im Mittel um $\pm 0,5$ v. H. vom Sollwert abweicht, und ferner, daß das Schwingungsgesetz mit dem mittleren Fehler $\pm 0,1$ v. H. bewiesen ist.

Die Abmessungen der Federn.

8. Berechnung der Federn. Als Werkstoff für die Federn wurde bester Stahldraht gewählt wegen seiner guten Federungseigenschaften. Eine Feder genau nach Angabe zu wickeln, stößt heute noch auf sehr große Schwierigkeiten. Es hat sich deshalb als das beste erwiesen, wenn man alle fünf Federn aus gleichem Draht und mit gleichem Windungsdurchmesser baut, also am einfachsten aus einer langen Feder abnimmt, und nur die Windungszahlen der Federn nach den Verhältniszahlen $1:2:3:4:5$ abstuft.

Für die Berechnung waren folgende Gesichtspunkte maßgebend: Das Messen der Schwingdauer hat nach den Erfahrungen bei Schülerübungen nach unten die Grenze $\tau = 0,3$ sek, weil die Schüler im allgemeinen nicht schneller zählen können. Damit nun die Prüfung der Formel für die Schwingdauer ein möglichst weites Gebiet überstreicht, muß die obere Grenze der zu beobachtenden Werte für die Schwingdauer möglichst hoch gewählt werden. Geht die Schwingdauer wesentlich über 1 sek hinaus, so wirkt ihre Beobachtung, besonders bei Einführung der Meßanordnungen für langsame Schwingungen, hemmend auf den Unterrichtsbetrieb in gleicher Front. Deshalb wurde $\tau_0 = 1,12$ sek (also $\tau_0^2 = 1,25$) als obere Grenze gewählt. Der schwingenden Masse ist durch den üblichen Inhalt des Gewichtsatzes für Schülerübungen die obere Grenze $m_0 = 500$ g gesetzt.

Mit diesen Annahmen ergibt sich die Nachgiebigkeit η_5 der längsten von den fünf Federn aus der Formel für die Schwingdauer:

$$\eta_5 = \tau_0^2 \cdot 981 : 4 \pi^2 m_0 = 0,0625 \text{ cm} : \text{g}^*.$$

Die Aufgabe beschränkt sich also zunächst auf die Berechnung dieser Feder mit der Nachgiebigkeit $0,0625 \text{ cm} : \text{g}^*$. (Dies entspricht der in Tabelle 1 angeführten Nachgiebigkeit 25 cm für 400 g^*).

9. Für die Höchstbelastung $P_0 [\text{g}^*]$ und die Nachgiebigkeit $\eta [\text{cm} : \text{g}^*]$ einer Schraubenfeder gelten die zwei bekannten Gleichungen¹⁾:

$$P_0 = \frac{\pi}{8} \cdot \frac{d^3}{D} \cdot k_d \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$\eta = 8n \cdot \frac{D^3}{d^4} \cdot \frac{1}{G} \quad \dots \dots \dots (2)$$

Darin werden die Drahtdicke d und der Windungsdurchmesser D in cm gemessen. n bedeutet die Windungszahl. Für Stahl pflegt man die zulässige Spannung für Drehung $k_d = 4,5 \cdot 10^6 \text{ g}^*/\text{cm}^2$ und das Gleitmaß $G = 7,5 \cdot 10^8 \text{ g}^*/\text{cm}^2$ zu setzen.

Multipliziert man die zweite Gleichung mit dem Quadrat der ersten, so läßt sich auf der rechten Seite der Faktor:

$$V = \frac{\pi^2}{4} \cdot n \cdot d^2 \cdot D \quad [\text{cm}^3] \quad \dots \dots \dots (3)$$

ausscheiden, der den Rauminhalt des Federdrahtes darstellt. Ist die Dichte des Drahtes $\sigma = 7,87 \text{ g}/\text{cm}^3$, so kann die Verbindung der Gleichungen (1) und (2) in der Form geschrieben werden:

$$\mu = 2 \frac{G \sigma}{k_d^2} \cdot \eta \cdot P_0^2 = 5,82 \cdot 10^{-4} \eta \cdot P_0^2 \quad [\text{g}], \quad \dots \dots \dots (4)$$

welche die bekannte, aber vielfach übersehene Aussage enthält, daß die Feder-
masse μ durch die Höchstbelastung bestimmt ist, wenn der Werkstoff (G ,
 σ und k_d) und die Nachgiebigkeit vorgeschrieben sind.

Für schwingende Belastung pflegt die Technik die doppelte Ruhelast als Höchstlast P_0 einzusetzen. Da hier die höchste Ruhelast 500 g^* ist, so würde die Masse der Feder 36 g werden. Die Feder- μ muß aber möglichst klein gewählt werden, mehr aus dem Grunde, daß ihre Berücksichtigung in der Formel für die Schwingdauer auch wirklich nur als Verbesserungsglied, auch gegen 100 g , erscheint, als aus physikalischen Gründen; denn die Formel liefert auch noch auf 1 v. T. richtige Werte für die Schwingdauer, wenn die Feder- μ etwa $\frac{1}{3}$ der angehängten Masse beträgt. Unter der Voraussetzung, daß die Feder pfleglich behandelt wird, im besonderen daß beim Auflegen der Gewichte allzustarke Verlängerungen vermieden werden, kann als Höchstlast ohne Bedenken der Wert $P_0 = 650 \text{ g}^*$ angenommen werden. Dann wird die Feder- μ aber immer noch $\mu = 15,4 \text{ g}$.

¹⁾ Vgl. z. B. Hütte 22, 1915, Bd. I, S. 597.

10. Die beiden Ausgangsgleichungen (1) und (2) hatten durch ihre Verbindung die Gleichung (4) ergeben. Es steht also noch eine unabhängige Gleichung zur Verfügung. Wir wählen die aus (1) entstandene Gleichung:

$$\frac{d^3}{D} = \frac{8}{\pi} \cdot \frac{P_0}{k_d} = 3,68 \cdot 10^{-1} \text{ cm}^2. \dots \dots \dots (5)$$

Nun pflegen die Federhersteller die Drahtdicke um 0,1 mm abzustufen. Dementsprechend sind in der Tabelle 4 für verschiedene Werte d der Drahtdicke die Federdurchmesser D nach Gleichung (5) berechnet.

Tabelle 4.

d cm	D cm	n	h cm
$6 \cdot 10^{-2}$	0,59	375	22,5
7	0,935	173	12,1
8	1,395	89	7,13
9	1,98	49	4,45
10	2,72	29,3	2,93
11	3,12	18,0	1,98
12	4,70	11,8	1,42

Nach der aus Gleichung (3) mit Hilfe von $\sigma V = \mu$ abgeleiteten Gleichung $n = \frac{4\mu}{\sigma \pi^2} \frac{1}{Dd^2} = 0,795 \cdot \frac{1}{Dd^2}$ wurden die Windungszahlen dieser Federn und die Federlänge $h = nd$ [cm] berechnet und die Werte in die Tabelle eingetragen. Eine dieser Federn ist auszuwählen, um als längste des Satzes zu dienen. Es sprechen unter anderem folgende Gründe dafür, den Windungsdurchmesser möglichst groß zu machen: Die Feder ist in der Werkstatt leichter abzugleichen, und die Federenden sind leichter richtig zu biegen. Da ferner im Unterricht die Feder die Verkörperung des Begriffes der Federung ist, so erscheint eine möglichst gedrungene Form dieses Begriffsträgers zweckmäßig. Auch spricht die Beurteilung der Handfestigkeit und der Aufbewahrungsmöglichkeit gegen die langen dünnen und für die gedungen gebauten Federn. Auf der anderen Seite steht die Forderung, daß der fünfte Teil der Feder auch noch leicht herstellbar und leicht abzugleichen sein soll; sie macht die drei letztgenannten Federn unmöglich. Aus diesen Gründen wurde die Feder $d = 0,9$ mm gewählt. Damit ist die längste Feder des Satzes und durch Unterteilung der ganze Satz eindeutig festgelegt.

11. Bei der Frage, ob die 5 Federn „geschlossen“ oder „geöffnet“ sein sollen, gab der Gedanke den Ausschlag: je fester die Federwindungen im unbelasteten Zustand aneinanderliegen, um so mehr bleibt das Gleichmaß der Ausdehnung mit der Belastung gewahrt. Die Federn sollen also unbelastet möglichst fest geschlossen sein (Anfangssteigwinkel $\alpha_0 \approx 0$).

12. Herstellung der Federn. Dieser Vorberechnung der Federn entsprechend wurden zunächst in der eigenen Werkstatt aus langen Federstücken, die die Firma Poehlmann, Nürnberg, in liebenswürdiger Weise zur Verfügung stellte, ein Federstanz zurechtgebogen und damit Versuche angestellt, die im wesentlichen den hier beschriebenen gleichen. Mit demselben Satz wurden später die gleichen Versuche im Lehrgang für physikalische Schülerübungen in der Staatlichen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht mit ebenfalls befriedigendem Ergebnis durchgeführt. Alsdann handelte es sich um die Frage, solche Federn für die Vervielfältigung reif zu machen. Da die Federfabriken für das Gleichbleiben des Drahtstoffes, der Drahtdicke und der Windungsdurchmesser, das heißt für die wesentlichen Vorbedingungen, sehr weite Fehlergrenzen beanspruchen, so erscheint ein nachträgliches Abgleichen auf vorgeschriebene Starre durch eine mechanische Werkstatt leider unumgänglich.

Nach verschiedenen Fehlversuchen erhielt der Mechaniker folgende zu einem guten Ergebnis führende Vorschriften für die Federn: Bester Klaviersaitendraht von 0,9 mm Durchmesser. Äußerer Windungsdurchmesser 2,09 cm. Windungszahl zunächst etwa 220. Die Federn sind mehrere Stunden auf 140° C zu halten. Diese langen Federn sind als Ausgangsstoff zu betrachten. Sie werden in einzelne Stücke zerschnitten. Die fünf verschiedenen Federn sollen sich durch 400 Gramm Mehrbelastung um 5, 10, 15, 20, 25 cm ausdehnen, was sich nach der in dieser Zeitschrift¹⁾ angegebenen Art leicht erreichen läßt. Jedes Federende soll im ganzen 10 cm lang sein und die anderwärts²⁾ beschriebene Gestalt (vgl. Fig. 1) haben.

Die Präzisionswerkstätte von L. Preuschhoff, Neukölln, lieferte 2 Satz Federn, die beide gleich gut gearbeitet sind. Die Tabelle 1 gibt die Abmessungen der Federn des einen Satzes; mit demselben Satz wurden die beschriebenen Messungen ausgeführt.

Das Thema „Die Milch“ im Chemieunterricht.

Von Dr. R. Nelkenbrecher in Salzwedel.

Wir nehmen häufig wahr, daß manche Schüler diesem oder jenem Unterrichtsfach kein Interesse entgegenbringen. Forschen wir nach der Ursache, so finden wir, daß der betreffende Stoff dem Gedankenkreis der Schüler zu fern liegt. Dieser Mangel an Teilnahme entspringt einer anders gerichteten Neigung der Schüler. Der Lehrer muß in der Stoffauswahl hierin dem Schüler entgegenkommen. Wollen wir dauernd das Interesse der Schüler an unserem Unterrichtsfach fesseln, dann müssen wir dafür sorgen, daß der Schüler frei und selbständig seine Neigungen betätigen kann. Heute, wo der Unterricht in der Chemie immer mehr als Arbeitsunterricht betrieben wird, bietet dies keine Schwierigkeiten.

Auf vielen Schulen geschieht es schon. Erwähnt doch Prof. Dr. DOERMER in seiner Abhandlung über den Arbeitsunterricht in der Chemie (*Handbuch des Arbeitsunterrichts, Heft 10*), daß der Sohn eines Färbereibesizers das Thema „Zur Theorie und Praxis der Zeugfärberei“ bearbeitet habe. Solche Arbeiten sind für den Schüler und den Unterricht äußerst wertvoll. Es ergeben sich oft Gelegenheiten hierzu.

Ich habe bei meiner früheren Unterrichtstätigkeit an Oberrealschulen die Beobachtung gemacht, daß gerade die Söhne von Landwirten mit großer Lust und Liebe an die Chemie herangehen. Später tritt an die Stelle dieser Gefühle oft nur die Pflicht. Warum? Weil die Schüler nicht das finden, was sie zu erwarten gehofft hatten: Tieferes Eingehen auf die landwirtschaftlich wichtigen Stoffe. Auch wird mir von den höheren Lehranstalten für die weibliche Jugend dasselbe berichtet. Das anfänglich sehr starke Interesse für die Chemie flaut allmählich ab. Der Grund ist auch hier derselbe: Der Unterricht geht nicht genügend auf die die Schülerinnen besonders interessierenden hauswirtschaftlichen Fragen ein.

Im folgenden soll einmal ein Thema näher ausgeführt werden, welches, wie ich aus meiner Erfahrung an der Landwirtschaftsschule zu Salzwedel weiß, die Schüler, besonders Landwirtssöhne und Landwirtstöchter, zu lebhafter Betätigung anregt. Dieses Thema ist „Die Milch“.

I. Die Zusammensetzung der Vollmilch.

Versuch 1: Man bringe in eine flache Glas- oder Porzellanschale etwa 15 g ausgeglühten Seesand und ein kleines Glasstäbchen und wäge die Schale (1. Wägung). Danach gebe man 10 ccm Milch auf den Sand in der Schale, rühre mit dem Glasstäbchen gut durch und wäge abermals (2. Wägung). Nun erhitze man unter öfterem

¹⁾ C. FISCHER, dieser Jahrgang S. 117 und 118.

²⁾ C. FISCHER, Die Schraubenfeder, a. a. O., S. 83a.

Umrühren den Schaleninhalt auf dem siedenden Wasserbad bis zur Trockne und wäge nach dem Abkühlen wiederum (3. Wägung). Man ermittle die Gewichtsunterschiede der drei Wägungen und rechne die Trockenmasse (dritte Wägung gegenüber der ersten Wägung) in Prozente um.

Versuch 2: Man verdünne 100 g Milch mit Wasser auf das vierfache Volumen und setze solange unter Umrühren tropfenweise verdünnte Essigsäure hinzu, bis noch ein Niederschlag entsteht.

Man filtriere den Niederschlag von der sauren Flüssigkeit ab und wasche ihn auf dem Filter einmal mit Alkohol und viermal mit warmem Äther aus. Dann dampfe man die alkoholischen und ätherischen Auszüge zusammen in einer hinreichend großen Schale auf dem Wasserbade ein. Der Rückstand ist Butterfett.

Der ausgezogene Rückstand auf dem Filter ist Casein.

Man teile das saure Filtrat in drei Teile. In einen Teil läßt sich Milchzucker nachweisen (mit FEHLINGS Lösung). Erhitzt man den zweiten Teil zum Kochen, so scheidet sich Albumin aus. Albumin ist ein Eiweißkörper, welcher durch Essigsäure nicht gefällt wird. Man verdampfe den dritten Teil in einer Platinschale und verasche den Rückstand durch Glühen. Die Asche besteht aus Phosphaten, Sulfaten und Chloriden des Kaliums, Natriums, Calciums, Magnesiums und Eisens.

Die Kuhmilch, es soll sich immer nur um Vollmilch handeln, besteht aus Wasser und Trockenmasse. Sie enthält im Durchschnitt 87,5% Wasser und 12,5% Trockenmasse. Die Trockenmasse setzt sich aus Butterfett, Casein, Albumin, Milchzucker und Salzen zusammen. Die durchschnittliche Zusammensetzung der Milch ist nach Prof. KÜHN folgende:

	Mittel	Schwankungen
Wasser	87,5%	82,8—90,0%
Butterfett	3,6%	2,0—6,6%
Gesamteiweiß	3,5%	2,0—6,2%
Milchzucker	4,8%	2,9—6,0%
Salze	0,7%	0,4—1,1%

Wie man sieht, können die Abweichungen von den Durchschnittszahlen erheblich sein. Sie sind bedingt vor allem durch Alter, Rasse und Fütterung der Kühe. Obige Grenzzahlen gelten nur für Ausnahmefälle und für Milch einzelner Kühe. Die Mischmilch von mehr als fünf Kühen nähert sich in ihrer Zusammensetzung dem Durchschnitt. Nach Prof. FLEISCHMANN beträgt bei Mischmilch der Gehalt an

	im Mittel	Grenzwerte
Fett	3,4 %	2,5—4,5 %
Trockenmasse	12,25 %	10,3—14,7 %

Der landwirtschaftlich wertvollste Milchbestandteil ist das Butterfett. Der Landwirt ist bestrebt, durch Züchtungsmaßnahmen den Fettgehalt der Milch möglichst zu erhöhen. Vererbt sich doch das Vermögen, eine fettreiche Milch zu liefern, in erster Linie auf die Nachkommen. Auch die Butterausbeute der Milch ist umso größer, je höher der Fettgehalt der Milch ist.

Versuch: Man betrachte einen Tropfen Milch unter dem Mikroskop. Man erblickt Tausende kleiner Kügelchen in lebhafter Bewegung.

Das Butterfett ist in der Milch in Form mikroskopisch kleiner Tröpfchen verteilt. Die Milch ist eine Emulsion. Durch Reflexion des Lichtes an den kleinen Kügelchen entsteht die Farbe der Milch. Diese ist bei Vollmilch gelblichweiß. Die Tröpfchen haben einen Durchmesser von 0,0016 bis 0,01 mm. Ein Kubikzentimeter Milch enthält ein bis fünf Millionen dieser Fettkügelchen. Diese sind von einer dünnen Hülle umgeben. Man nimmt heute an, daß diese Hülle kein selbständiges Gebilde ist, sondern von adsorbierten Eiweißkörpern, vor allem Casein, gebildet wird. Die Fettkügelchen sind leichter als die übrigen Milchbestandteile. Sie haben deshalb das Bestreben,

an die Oberfläche zu steigen. Dort bilden sie nach einiger Zeit eine zusammenhängende Schicht, die Rahmschicht. Je größer die Fettröpfchen sind, desto leichter und vollkommener rahmt die Milch auf. Je kleiner die Fettröpfchen sind, z. B. bei altmilchenden Kühen, desto schwerer und unvollkommener rahmt die Milch auf.

Der Erstarrungspunkt des Butterfettes liegt bei 19° bis 24° C. Das Butterfett bleibt aber in der Milch noch flüssig, obgleich die Milch meist eine Temperatur unter 19° C hat. Es befindet sich in der Milch im unterkühlten Zustand und hält sich um so länger flüssig, je ruhiger die Milch steht und je länger sie süß bleibt. Bei Erschütterung und beim Sauerwerden der Milch gehen die flüssigen Tröpfchen in feste Klümpchen über. Die Fettröpfchen fließen in der Milch nicht zusammen. Dies verhindern die Eiweißkörper. Sie sind in der Milch kolloidal gelöst. Der Quellungszustand der Eiweißkörper ist auch für das Aufrahmen von Bedeutung.

Das Butterfett besteht aus zehn verschiedenen Fettarten. Die wichtigsten sind Stearin, Palmitin, Ölolin und Butyrin. Der eigentümliche aromatische Geruch und Geschmack wird durch die in geringen Mengen vorhandenen Glyceride der niederen flüchtigen Fettsäuren, wie Butter-, Capron- und Caprylsäure, hervorgerufen.

Angenäherte Bestimmung des Fettgehaltes.

Versuch: Man nehme eine Bürette zu 50 ccm und messe in diese 10 ccm Alkohol von 91 $\frac{1}{2}$ bis 92° Tralles und 10 ccm Äther vom spezifischen Gewicht 0,725 bis 0,730 ein. Dann lasse man 2 bis 3 Tropfen Natronlauge zutropfen und messe 10 ccm gut durchgerührte Milch ein. Man verschließe darauf die Bürette durch Eindrehen eines weichen Gummistopfens und schüttele den Inhalt durch, bis in der Flüssigkeit keine größeren Flocken mehr zu bemerken sind. Hierauf stelle man die Bürette mit dem Kork nach unten in einen Zylinder mit warmem Wasser von 20° bis 23° C.

Die Natronlauge löst die Eiweißhüllen der Fettkügelchen auf, und der Äther kann nun das Fett erreichen. Man sieht, wie bald klare, ölige, hellgelbe Fettäthertröpfchen an die Oberfläche steigen und nach einiger Zeit eine Ätherfettschicht bilden. Das Rohr hat solange im Wasser zu verbleiben, bis keine Tröpfchen der Ätherfettlösung mehr aufsteigen. Dies ist im allgemeinen nach einer halben Stunde der Fall. Die Prüfung ist gelungen, wenn sich in der Bürette drei deutlich getrennte Schichten abgesetzt haben, oben die Ätherfettlösung, darunter eine klare wässrige Flüssigkeit und unten eine Schicht, welche durch wolkenartig verteilte Eiweißstoffe trübe erscheint. Man lese nun an der Teilung der Bürette ab, wieviel Zehntel Kubikzentimeter Ätherfettlösung sich abgesetzt haben und ermittle an Hand der folgenden Tabelle den Fettgehalt.

Tabelle 1. Tabelle zur Fettbestimmung (nach SCHMIDT und TOLLENS).

Zehntel ccm Ätherfettlösung	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
Prozente Fett	1,33	1,44	1,54	1,64	1,74	1,84	1,95	2,05	2,15	2,25	2,35
Zehntel ccm Ätherfettlösung	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5
Prozente Fett	2,46	2,56	2,66	2,76	2,86	2,97	3,07	3,17	3,27	3,37	3,48
Zehntel ccm Ätherfettlösung	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	15,5	16	16,5	17
Prozente Fett	3,58	3,68	3,78	3,88	3,99	4,09	4,19	4,29	4,39	4,50	4,62

Beispiel: Abgelesen . . . 10,5 Zehntel Kubikzentimeter
Fettgehalt . . . 3,27%

Anmerkung: Scheidet sich keine Ätherfettschicht ab, so enthält die Milch weniger als 1,3% Fett. Eine diesem Prozentgehalt entsprechende Fettmenge bleibt in der Äther-Alkoholmischung gelöst. Bei Milch mit sehr niedrigem Fettgehalt und bei Magermilch versagt diese Probe.

Das Gelingen des Verfahrens ist mitunter von Zufälligkeiten, wie z. B. der Fütterung, abhängig. Zur genauen Bestimmung des Fettgehaltes, in Molkereien, geht man anders vor und verwendet das GERBERSche Säureverfahren. Man braucht zu diesem Zwecke eine Schleudermaschine zum Ausschleudern der Milchproben und besondere Glasgeräte, sogenannte Butyrometer. In diese werden 10 ccm konzentrierte Schwefelsäure (spez. Gewicht 1,84), 11 ccm Milch und 1 ccm Amylalkohol eingefüllt. Nach Durchmischen des Inhalts wird das Fett von der übrigen Flüssigkeit durch Zentrifugieren getrennt und der Fettgehalt an der Teilung des Butyrometers direkt abgelesen.

Für Fütterungszwecke ist der Gehalt an Trockenmasse maßgebend. Man bestimmt den Gehalt an Trockenmasse nicht experimentell, sondern durch Rechnung oder an Hand von Tabellen. Dabei legt man die FLEISCHMANNsche Formel für die Trockenmasse zugrunde. Diese lautet:

$$t = 1,2 \cdot f + 2,665 \cdot \frac{100 \cdot s - 100}{s}$$

Darin bedeutet f den Fettgehalt und s das spezifische Gewicht. Diese beiden Größen sind durch Versuche zu bestimmen. (Bestimmung des spezifischen Gewichts siehe später).

Beispiel: Man hat gefunden: $f = 3,1\%$ und $s = 1,030$.

Es ergibt sich:

$$t = 1,2 \cdot 3,1 + 2,665 \cdot \frac{100 \cdot 1,030 - 100}{1,030};$$

$$t = 11,48\%$$

II. Verfälschungen der Vollmilch.

Kein anderes Nahrungsmittel ist so häufig wie die Milch der Verfälschung ausgesetzt. Mit der Milch werden vor allem folgende drei Verfälschungsarten vorgenommen: Wasserzusatz, Entrahmung und Entrahmung unter Wasserzusatz. Zum Schutze des kaufenden Publikums unterliegt deshalb die Milch der marktpolizeilichen Kontrolle. Bei dieser Kontrolle ermitteln die Polizeibeamten mit Hilfe eines Aräometers das spezifische Gewicht der Milch.

Das spezifische Gewicht der Milch, d. i. das Gewicht eines Kubikzentimeters Milch bei 15° C, ist ein klein wenig höher als das des Wassers. Es schwankt zwischen den Grenzen 1,028 und 1,034. Man ermittelt das spezifische Gewicht am einfachsten mit einem Aräometer für Milch. Ein solches Aräometer heißt auch Milchwaage oder Laktodensimeter (Milchdichtemesser). Die Polizei benutzt zur Milchkontrolle den Milchprober von BISCHOFF. Am gebräuchlichsten ist das Laktodensimeter von QUEVENNE. Die Skala dieses Instrumentes ist von 14 bis 42 eingeteilt. Diese Zahlen heißen Dichtigkeitsgrade und stellen bei 15° C die zweite und dritte Dezimale der spezifischen Gewichtsangabe dar. Der abgelesene Dichtigkeitsgrad ist auf die Temperatur 15° C zu reduzieren (wahrer Dichtigkeitsgrad). Dies erfolgt an Hand einer Tabelle nach Bestimmung der wirklichen Temperatur der Milch.

Versuch 1: Man fülle einen Glaszylinder bis zu etwa zwei Finger unter den oberen Rand mit Vollmilch, senke das Laktodensimeter ein und gieße noch soviel Milch nach, daß die Milchoberfläche gerade mit dem Gefäßrand abschneidet. Dann lese man den Dichtigkeitsgrad ab (abgelesener Dichtigkeitsgrad). Hierbei ist zu beachten, daß die Milch an der Spindel der Milchwaage durch Adhäsion emporgehoben wird. Dieser Teilstrich ist nicht abzulesen, sondern der, welcher sich mit der Milchoberfläche in derselben Höhe befindet. Darauf messe man die Temperatur der Milch. Der wahre Dichtigkeitsgrad und damit auch das spezifische Gewicht ergibt sich aus folgender Tabelle:

Tabelle 2. Reduktionstabelle für Vollmilch.

Lakto- densi- meter- Grade	Wärmegrade der Milch nach Celsius										
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
25	24,2	24,3	24,5	24,6	24,8	25	25,2	25,4	25,6	25,8	26,0
26	25,2	25,3	25,5	25,6	25,8	26	26,2	26,4	26,6	26,9	27,1
27	26,2	26,3	26,5	26,6	26,8	27	27,2	27,4	27,6	27,9	28,2
28	27,1	27,2	27,4	27,6	27,8	28	28,2	28,4	28,6	28,9	29,2
29	28,1	28,2	28,4	28,6	28,8	29	29,2	29,4	29,6	29,9	30,2
30	29,0	29,2	29,4	29,6	29,8	30	30,2	30,4	30,6	30,9	31,2
31	30,0	30,2	30,4	30,6	30,8	31	31,2	31,4	31,7	32,0	32,3
32	31,0	31,2	31,4	31,6	31,8	32	32,2	32,4	32,7	33,0	33,3
33	32,0	32,2	32,4	32,6	32,8	33	33,2	33,4	33,7	34,0	34,3
34	32,9	33,1	33,4	33,5	33,8	34	34,2	34,4	34,7	35,0	35,3
35	33,8	34,0	34,2	34,4	34,7	35	35,2	35,4	35,7	36,0	36,3

Beispiel:	Abgelesener Dichtigkeitsgrad	29
	Temperatur	18° C
	Wahrer Dichtigkeitsgrad	29,6
	Spezifisches Gewicht	1,0296.

Versuch 2: Man vermische die Vollmilch etwa mit dem zehnten Teil Wasser und ermittle wie oben von dieser verwässerten Milch das spezifische Gewicht.

Das spezifische Gewicht der verwässerten Milch ist niedriger als das der Vollmilch.

Versuch 3: Man lasse Vollmilch einige Stunden in einem Zylinder stehen und schöpfe den Rahm ab. Man bestimme dann wie oben das spezifische Gewicht der abgerahmten Milch.

Das spezifische Gewicht der abgerahmten Milch ist höher als das der Vollmilch.

Versuch 4: Man setze zu der abgerahmten Milch etwa den zehnten Teil Wasser hinzu und bestimme wie oben das spezifische Gewicht.

Das spezifische Gewicht dieser auf doppelte Art verfälschten Milch ist dasselbe wie das der Vollmilch.

Wasserzusatz erniedrigt das spezifische Gewicht, in den meisten Fällen sinkt es unter 1,028. Entrahmung erhöht das spezifische Gewicht, in den meisten Fällen steigt es über 1,034. Man kann mithin oft durch Ermittlung des spezifischen Gewichtes diese beiden Verfälschungen aufdecken. Der Nachweis der doppelten Verfälschung, Entrahmung und Wasserzusatz, führt hingegen durch Bestimmung des spezifischen Gewichtes nicht zum Ziel. Bei dieser Verfälschung bleibt das spezifische Gewicht normal. Hierin liegt die Unsicherheit der polizeilichen Milchkontrolle. Überhaupt ist die Beurteilung der Milch hinsichtlich etwaiger Verfälschung auf Grund der Angabe des spezifischen Gewichtes allein sehr unsicher. Ist doch die Spanne, innerhalb deren das spezifische Gewicht der Vollmilch schwankt, ziemlich groß.

Will man sich ein einigermaßen sicheres Urteil über eine Milchprobe bilden, dann muß man unbedingt noch den Fettgehalt und den Gehalt an Trockenmasse heranziehen, zumal Milch mit einem Fettgehalt unter 2,7% im Sinne des Nahrungsmittelgesetzes als verfälscht zu beanstanden ist. Fettgehalt und Gehalt an Trockenmasse werden durch die Verfälschungen auch in Mitleidenschaft gezogen. Der Fettgehalt wird durch alle Verfälschungen mehr oder weniger stark vermindert, äußerst stark durch Entrahmung und Wasserzusatz. Der Gehalt an Trockenmasse ist bei allen Verfälschungen vermindert.

Als Normen gelten folgende Zahlen:

	Mittel	Untere Grenze	Obere Grenze
Spezifisches Gewicht	1,0315	1,028	1,034
Fettgehalt	3,4 %	2,7 %	—
Gehalt an Trockenmasse	12,25 %	10,3 %	14,7 %

Man bezeichnet die Bestimmung dieser drei Größen als die physikalisch-chemische Untersuchung der Milch.

Als verwässert kann eine Milch beanstandet werden, wenn spezifisches Gewicht, Fettgehalt und Gehalt an Trockenmasse sehr niedrig sind, wenn insbesondere das spezifische Gewicht unter 1,028, der Fettgehalt unter 2,7 % und der Gehalt an Trockenmasse unter 10,3 % gefunden werden.

Als entrahmt kann eine Milch beanstandet werden, wenn das spezifische Gewicht sehr hoch und der Fettgehalt und der Gehalt an Trockenmasse sehr niedrig sind, wenn insbesondere das spezifische Gewicht über 1,034, der Fettgehalt unter 2,7 % und der Gehalt an Trockenmasse unter 10,3 % gefunden werden.

Als entrahmt und verwässert kann eine Milch beanstandet werden, wenn das spezifische Gewicht normal ist und der Fettgehalt und der Gehalt an Trockenmasse sehr niedrig sind, wenn insbesondere das spezifische Gewicht zwischen 1,028 und 1,034, der Fettgehalt weit unter 2,7 % und der Gehalt an Trockenmasse unter 10,3 % gefunden werden.

Mitunter kann man eine Verfälschung der Milch bereits an der Farbe erkennen. Verwässerte und entrahmte Milch hat eine bläuliche Farbe.

Der Nachweis einer vorgenommenen Verfälschung ist ziemlich schwierig. Man erlangt erst nach längerer Erfahrung einige Sicherheit darin.

Zur Sicherstellung einer der Verwässerung verdächtigen Milch kann man zu einer Ergänzungsprobe seine Zufucht nehmen. Diese Probe gründet sich darauf, daß im Brunnenwasser, besonders in dem ländlicher Gehöfte, Nitrate gelöst sind, Nitrate aber normalerweise in der Milch nicht vorkommen. Man nennt deshalb diese Probe Nitratprobe. Verläuft die Nitratprobe positiv, dann ist mit Sicherheit Wasserzusatz nachgewiesen. Man nimmt die Probe am besten am Milchserum vor und benutzt zum Nachweis der Nitrate die Diphenylaminreaktion.

Versuch 5: Man vermische Milch etwa mit dem zehnten Teil Wasser und nehme folgende Probe damit vor.

Nitratprobe von TILLMANNS und SPLITZGERBER: Man stelle sich ein Gemisch aus gleichen Teilen einer 50 %igen Quecksilberchloridlösung und einer 2 %igen Salzsäure her. Dann versetze man in einem Scheidetrichter von 50 ccm Inhalt 25 ccm Milch mit 25 ccm dieser Mischung und schüttele kurze Zeit durch. Darauf filtriere man den Inhalt durch ein Faltenfilter. Das wasserklar ablaufende Filtrat unterwerfe man sofort der Diphenylaminreaktion. Zu diesem Zwecke setze man zu 1 ccm des Filtrates 4 ccm Diphenylaminreagens, schüttele um und beobachte, ob nach etwa einer Stunde Blaufärbung eingetreten ist.

Bereitung des Reagenzes: Es werden 0,085 g Diphenylamin in einen Meßkolben von 500 ccm Inhalt gebracht und 190 ccm verdünnte Schwefelsäure (ein Teil konz. Schwefelsäure und drei Teile destill. Wasser) daraufgegossen. Hierauf gebe man konz. Schwefelsäure (spez. Gew. 1,84) hinzu und schüttele um. Dabei erwärmt sich die Flüssigkeit so stark, daß das Diphenylamin schmilzt und sich löst. Man fülle jetzt mit konz. Schwefelsäure bis zur Marke auf und kühle ab. Dann fülle man nochmals mit konz. Schwefelsäure bis zur Marke auf und mische gründlich durch.

Bei Verdacht auf Verwässerung empfiehlt sich auch die Bestimmung des Säuregrades (siehe später). Der Säuregrad ist bei Verwässerung sehr niedrig, meist unter 6.

Beispiele: 1. Die Untersuchung einer Milchprobe ergab:

Spezifisches Gewicht	1,032
Fettgehalt	2,8 %
Gehalt an Trockenmasse	11,62 %

Beurteilung: Die Milch ist aller Wahrscheinlichkeit nach unverfälscht.

2. Die Untersuchung einer Milchprobe ergab:

Spezifisches Gewicht	1,031
Fettgehalt	1,8 %
Gehalt an Trockenmasse	10,15 %

Beurteilung: Es liegt die Wahrscheinlichkeit einer schweren Verfälschung, Ent-
rahmung und Wasserzusatz, vor.

III. Biologische Eigenschaften der Milch.

Versuch 1: Man erwärme $\frac{1}{2}$ Liter Vollmilch unter beständigem Umrühren auf 35°C und filtriere sie durch ein Rundfilter. Danach breite man das Filter aus. Man sieht, daß auf dem Filter mehr oder weniger grobe Schmutzteilchen zurückgeblieben sind.

Versuch 2: Man prüfe die Reaktion der Milch mit rotem und blauem Lackmuspapier.

Das rote Papier wird gebläut und das blaue gerötet.

Versuch 3: Man prüfe die Reaktion der Milch mit Phenolphthaleïn als Indikator. Die Milch reagiert sauer.

Versuch 4: Man versetze in einem größeren Reagenzglas 20 ccm Milch mit 1 ccm Methylenblaulösung, vermische die Lösung gut mit der Milch und bringe einen Tropfen Öl auf die Flüssigkeit. (Die Luft soll von der Flüssigkeit abgeschlossen werden.) Man stelle dann das Reagenzglas in ein Wasserbad von 40 bis 45°C .

Das blau gefärbte Gemisch entfärbt sich nach 3 bis 6 Stunden.

Herstellung der Methylenblaulösung: Man löse das grünglänzende Zinkchlorid-doppelsalz vom Methylenblau unter wiederholtem Schütteln in Alkohol, bis noch ein Rest ungelöst bleibt. Man verdünne 5 ccm dieser Lösung mit 195 ccm destilliertem Wasser.

Versuch 5: Man vermische in einem Kochkolben von 350 ccm Inhalt 200 ccm Milch mit 100 ccm einer 1%igen Wasserstoffsperoxydlösung und bringe den Kolben, nachdem man ihn mit einem Gasableitungsrohr versehen hat, in ein Wasserbad von 20 bis 26°C . Die Flüssigkeit schäumt nach einiger Zeit auf. Man fange das sich entwickelnde Gas unter Wasser in einem Reagenzglas auf und prüfe es mit einem glimmenden Span.

Das Gas erweist sich als Sauerstoff.

Versuch 6: Man setze zu etwa 5 ccm Milch 1 Tropfen einer 1%igen Wasserstoffsperoxydlösung und 2 Tropfen einer 2%igen Lösung von p-Phenylendiamin und schüttele durch.

Das Gemisch färbt sich intensiv blau.

Außer den oben genannten Stoffen kommen in der Milch noch weitere vor. Diese finden sich in sehr wechselnden oder in ganz geringen Mengen.

Durch die Tätigkeit des Melkens läßt es sich schwer vermeiden, daß nicht Hautschuppen und Kotteilchen in die Milch gelangen. Letztere lösen sich zu einem Teile in der Milch auf. Die Hautschuppen und ungelösten Kotteilchen bilden den Milchschnitz. Um die Milch möglichst von diesem Schmutz zu befreien, filtriert der Landwirt die Milch nach dem Melken durch Sehtücher oder feine Drahtsiebe hindurch. Immerhin ist die Marktmilch oft sehr schmutzig. Man ist erstaunt, wieviel Schmutz beim Filtrieren der Milch durch Filtrierpapier auf dem Filter zurückbleibt. Man nennt diesen Versuch die Milchschnitzprobe. Sie gibt dem Landwirt ein Mittel an die Hand,

sich davon zu überzeugen, ob die Milch genügend sauber gewonnen wurde. Unsaubere Milch ist nicht bloß unappetitlich, sondern für kleine Kinder sogar schädlich. Aus diesem Grunde sollte die Hausfrau den Kindern nur filtrierte Milch verabreichen. Für die Zwecke des Haushaltes eignet sich vor allem der von der Firma Paul Funke¹⁾ in den Handel gebrachte „Kontrollfilter nach Prof. HENKEL“. Man filtriert in diesem Apparat die Milch durch eine Wattescheibe hindurch. Ähnliche Apparate sind zur Ausführung der Milchschnutzprobe hergestellt worden. (Milchschnutzprober Rekord 2 der Firma Funke, Filtriergerät der Firma Dr. N. Gerbers in Leipzig.)

Die Milch enthält ferner Bakterien. Es ist nicht möglich, Milch keimfrei zu gewinnen. Selbst im Euter ist die Milch bakterienhaltig. Die zuerst ermolkene Milch enthält sogar besonders viel Bakterien. Am reichlichsten sind in der Milch die Milchsäurebakterien vorhanden. Die Milch ist ein guter Nährboden für sie. Sie bewirken die Vergärung des Milchzuckers zu Milchsäure. Die Milchsäurebakterien bilden kleine Stäbchen, welche sich durch Querteilung vermehren. Sie entwickeln sich am lebhaftesten zwischen 32° und 40°C in der Milch.

Frische Milch reagiert an und für sich amphoter, d. h. sie reagiert sowohl sauer als auch alkalisch. Diese Reaktion wird durch die sauren und neutralen Alkali- und Calciumphosphate hervorgerufen. Erstere reagieren sauer, letztere alkalisch. — Durch die Tätigkeit der Milchsäurebakterien bildet sich in der Milch, und zwar mit zunehmendem Alter immer mehr, Milchsäure. Die Milch reagiert dann stärker sauer. Nach längerem Stehen schmeckt und riecht sie sogar sauer. Man kann deshalb aus der Menge der gebildeten Milchsäure einen Schluß auf das Alter der Milch ziehen, insbesondere feststellen, ob frische oder alte Milch vorliegt. Zur Messung der Menge der entstandenen Milchsäure setzt man der Milch bis zur Neutralisation unter Verwendung von Phenolphthalein als Indikator $\frac{1}{4}$ -Natronlauge zu. Man nennt die Anzahl der cem $\frac{1}{4}$ -Natronlauge, welche zur Neutralisation verbraucht werden, den Säuregrad der Milch. Der Säuregrad frischer Milch beträgt 6 bis $7\frac{1}{2}$.

Versuch a: Man messe 100 cem Milch in einen Erlenmeyerkolben ein, setze einige Tropfen Phenolphthaleinlösung hinzu und lasse aus einer Bürette $\frac{1}{4}$ -Natronlauge zutropfen, bis eine bleibende Rotfärbung entsteht. Man stelle fest, wieviel cem $\frac{1}{4}$ -Natronlauge verbraucht worden sind.

Frische Marktmilch hat einen Säuregrad von 6 bis $7\frac{1}{2}$.

Versuch b: Man lasse die Milch an einem mäßig warmen Orte einen Tag stehen und bestimme ihren Säuregrad.

Alte Milch hat einen Säuregrad über 8.

Versuch c: Man erhitze die alte Milch in einem Reagenzglas.

Die Milch gerinnt. Milch, welche beim Kochen gerinnt, hat einen Säuregrad über 10.

Versuch d: Man verdünne frische Milch mit dem zehnten Teil Wasser und bestimme den Säuregrad.

Der Säuregrad verwässerter Milch ist niedriger als 6.

Versuch e: Man lasse frische Milch einige Tage stehen.

Die Milch schmeckt und riecht sauer und ist geronnen.

Man bezeichnet die Zeit, innerhalb der eine nachweisbare Zunahme des Säuregrades stattfindet, als Inkubationszeit. Milch, welche die Inkubationszeit überschritten hat, also in der Säuerung begriffen ist, heißt ansaure Milch. Die Inkubationszeit beträgt bei kuhwarmer Milch drei bis acht Stunden, bei auf 10°C abgekühlter Milch jedoch 52 bis 75 Stunden. Will man Milch lange Zeit frisch halten, dann muß man die Milch sofort nach dem Melken auf mindestens 10°C abkühlen. Die ansaure Milch gerinnt nach kurzer Zeit von selbst. — Ansaure Milch ist für kleine Kinder gesundheitsschädlich.

¹⁾ Paul Funke & Co., G. m. b. H., Berlin N 4, Chausseestr. 8.

Manchmal gerinnt die Milch ohne Säurebildung. Diese Gerinnung wird durch laberzeugende Bakterien der Heubazillengruppe verursacht. Daher heißt dieser Vorgang Labgärung. In diesem Falle ist die Milch durch Kot stark verunreinigt.

In der Milch kommen weiterhin Enzyme vor. Die Enzyme sind organische Katalysatoren. Sie beschleunigen gewisse Umsetzungen, ohne selbst daran teilzunehmen, und spielen bei den chemischen Vorgängen im Tier- und Pflanzenkörper eine große Rolle. Man teilt die Enzyme nach den chemischen Vorgängen ein, die sie zu beschleunigen imstande sind. Man unterscheidet demgemäß oxydierende Enzyme oder Oxydasen, reduzierende Enzyme oder Reduktasen, hydrolytische Enzyme oder Hydrolasen, Katalasen und Enzyme, welche gewisse Stoffe ohne Hydrolyse spalten.

Die Oxydasen beschleunigen die Oxydation gewisser Verbindungen. Man teilt sie wieder in eigentliche Oxydasen und Peroxydasen ein. Die Oxydasen übertragen den Luftsauerstoff unmittelbar auf die zu oxydierenden Stoffe. Die oxydierende Fähigkeit der Peroxydasen beruht hingegen darauf, daß sie z. B. aus Wasserstoff-superoxyd aktiven Sauerstoff abspalten.

Die Reduktasen beschleunigen die Reduktion gewisser Verbindungen. Diese Reduktion besteht meist in der Addition von Wasserstoff. Manche Farbstoffe gehen durch eine solche Reduktion in farblose Verbindungen über.

Die Hydrolasen bewirken die hydrolytische Spaltung verschiedener Stoffe. Diese nehmen die Bestandteile des Wassers in ihr Molekül auf und zerfallen dabei gleichzeitig.

Die Katalasen endlich beschleunigen die Zerlegung des Wasserstoffsuperoxyds in Wasser und Sauerstoff.

In der Milch hat man Reduktasen (Versuch 4), Katalasen (Versuch 5) und Oxydasen (Versuch 6) nachgewiesen.

Die Milch ist imstande, gewisse Farbstoffe zu farblosen Verbindungen zu reduzieren (Versuch 4). Der Gehalt der Milch an Reduktasen hängt von ihrem Bakteriengehalt ab.

Versuch: Man stelle Milch einige Zeit in ein Wasserbad von etwa 40°C und wiederhole den Versuch 4.

Die Milch entfärbt die Methylenblaulösung innerhalb einer Stunde.

Alte und bakterienreiche Milch entfärbt die Methylenblaulösung innerhalb ganz kurzer Zeit. Die Entfärbungszeit dient als Maß für die Reduktasewirkung. Frische Milch soll die Lösung nicht innerhalb 5½ Stunden entfärben.

Die Reduktaseprobe ist neben der Schmutzprobe und der Bestimmung des Säuregrades von größter praktischer Bedeutung. Die drei Proben geben uns ein Bild von der hygienischen Beschaffenheit der Milch.

Normen für die hygienische Beurteilung der Milch:

Schmutzgehalt . . .	nur geringe und wenig gefärbte Ausscheidungen
Säuregrad	6 bis 7½
Reduktasegehalt . . .	Entfärbungszeit 5½ Stunden und länger.

Kindermilch ist nur dann hygienisch einwandfrei, wenn keine groben Schmutzteile darin vorkommen, der Säuregrad unter 8 ist und die Entfärbungszeit mehr als 5½ Stunden beträgt. Milch, welche diesen Anforderungen nicht genügt, darf nicht an kleine Kinder verabreicht werden. Sie würde, obgleich äußerlich nichts Außergewöhnliches daran zu entdecken ist, Verdauungsstörungen bei den Kindern hervorrufen. Der Schmutz- und Bakteriengehalt solcher Milch ist die Ursache, daß oft, besonders im Sommer, die Kinder ohne erkennbaren Anlaß plötzlich an Verdauungsstörungen leiden.

Die Milch ist, vermöge ihres Gehaltes an Katalasen, imstande, Wasserstoffsuperoxyd in Wasser und Sauerstoff zu zerlegen (Versuch 5 in III). Die Katalasen werden zu einem Teil von den weißen Blutkörperchen (Leukozyten), welche immer in geringer Menge auch in normaler Milch vorkommen, zum anderen von den Bakterien

erzeugt. In frisch ermolkener Milch stammen sie fast nur von den weißen Blutkörperchen her. Leiden die Kühe an Eutererkrankungen, dann treten in der Milch die weißen Blutkörperchen in größerer Menge auf. Die frisch ermolkene Milch ist demzufolge auch reicher an Katalasen. Die frisch ermolkene Milch kranker Tiere entwickelt aus zugesetztem Wasserstoffsperoxyd mehr Sauerstoff als die frisch ermolkene Milch gesunder Kühe. Die Beurteilung der Katalasewirkung erfolgt nach der Katalasezahl. Die Katalasezahl ist die Zahl, welche angibt, wieviel ccm Sauerstoff 100 ccm Milch aus 50 ccm einer 1%igen Wasserstoffsperoxydlösung im Wasserbad bei 20° bis 26°C entwickeln. Sie darf bei frisch ermolkener Milch nicht mehr als 25 betragen.

Der Landwirt kann mit Hilfe der Katalaseprobe beginnende Eutererkrankungen der Kühe feststellen. Die Probe hat landwirtschaftlich eine große Bedeutung. Zur Vornahme der Katalaseprobe sind sehr viele Geräte im Handel. Diese heißen Katalaser und sind so eingerichtet, daß man den entstehenden Sauerstoff über Wasser auffangen und messen kann.

Die Milch ist, vermöge ihres Gehaltes an Oxydasen, imstande, gewisse farblose Verbindungen durch Oxydation in Farbstoffe überzuführen (Versuch 6). In der Milch kommen vor allem Peroxydasen vor. Die Milch ist deshalb imstande, durch Abspaltung von aktivem Sauerstoff aus Wasserstoffsperoxyd z. B. das leicht oxydierbare p-Phenylendiamin zu einem blauen Farbstoff zu oxydieren.

Durch Abkochen wird zwar die Milch nicht sichtbar verändert. Es müssen aber Veränderungen eingetreten sein. Dies erkennt man daran, daß der Geschmack ein anderer geworden ist und die Milch für Säuglinge und neugeborene Tiere weniger gut bekömmlich ist. Beim Kochen werden die Enzyme abgetötet und das Milchalbumin zum Gerinnen gebracht. Die Enzyme werden zwischen 75° und 80°C unwirksam. Abgekochte Milch färbt eine p-Phenylendiaminlösung nicht mehr.

Versuch: Man koche die Milch ab, lasse sie abkühlen und wiederhole Versuch 6 in III. Es tritt keine Färbung ein.

Mit Hilfe der Oxydaseprobe kann man rohe von gekochter Milch unterscheiden. Die Probe kann zu Zeiten dem Landwirt wichtige Dienste leisten. Die meisten Landwirte sind heute als Genossen einer Sammelmolkerei angeschlossen. Sie liefern tagtäglich die gewonnene Vollmilch dorthin, wo sie dann weiter verarbeitet wird, und erhalten von der Molkerei die Magermilch zurück. Letztere wird an das Vieh verfüttert.

Ist nun im Stall eines Genossen eine Seuche ausgebrochen, so kann die Seuche leicht in andere Ortschaften verschleppt werden. Die Sammelmolkerei ist indes nach dem Viehseuchengesetz verpflichtet, die gesammelte Milch zur Abtötung der Keime einige Zeit auf 70°—80°C zu erhitzen. Bei Seuchengefahr ist es dem Landwirt aber doch anzuraten, sich durch die Oxydaseprobe davon zu überzeugen, ob die Milch erhitzt war. Die Magermilch darf die Oxydasereaktion nicht mehr geben. Nur dann kann sie ohne Bedenken an das Vieh verfüttert werden.

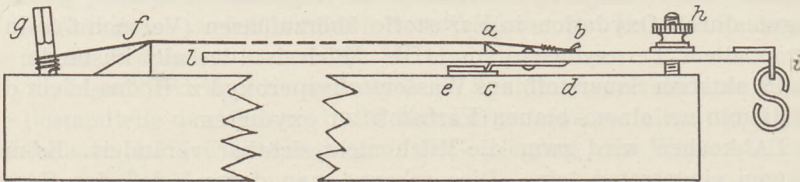
Kleine Mitteilungen.

Ein Gewichtsmoноochord.

Von Wilhelm Volkmann in Berlin-Steglitz.

Die genaue Abstimmung der Saite auf dem Monochord wird durch die Reibung der Saite am Steg sehr behindert. Ganz besonders unangenehm ist diese Störung bei den Monochorden mit Gewichtsbelastung, von denen man im allgemeinen mehr erwartet als sie leisten. Die Abbildung zeigt eine Form, die sowohl mit wie ohne Gewichtsbelastung benutzt werden kann. Der Fehler des Gleitens der Saite über

den Steg ist hier für die Feinstellung und für die Auswägung ausgeschaltet. Allerdings tritt eine kleine Änderung der Saitenlänge ein. Diese bleibt aber in den meisten Fällen unterhalb des zulässigen Fehlers der Längenmessung, und in den anderen Fällen kann sie leicht mit großer Genauigkeit gemessen werden. Der Steg a ist zusammen mit dem Haken b für die Endöse der Saite auf einer Wippe $l-i$ untergebracht, die als Winkelhebel wirkend den Zug des Gewichtes ungefähr verzehnfacht. Die Wippe ist aus einem dünnen Hartholzbrettchen von 20 cm Länge gemacht. Die Schneide c , auf der die Wippe steht, ist schräg abwärts gebogene zugeschärfte Kante eines harten Eisenbleches, das am anderen Ende in den Haken b zum Einhängen der Saite ausläuft. Das Blech stützt sich gegen einen Kerb d im Brettchen, der Haken b ragt durch ein Loch, ein Kupferniet hält die Stücke zusammen. Die Schneide ist in der Mitte ausgefeilt, so daß sie nur an den beiden Enden das aus zwei Blechen gebildete Lager c berührt. Die Stege b und f bestehen aus hartem Holz und sind aufgeleimt oder gegen Kerb gestützt und mit einer Schraube befestigt. Die grobe Einstellung geschieht mit Wirbel g und Schlüssel bei paralleler Einstellung von Grundbrett und



Wippe, die Feineinstellung mit der Kordennutter h oder nach Lösen der Kordennutter mit Gewichten. Die Öse i zum Anhängen der Gewichte besteht aus einem beiderseits gesenkten Loch im winkelförmigen Endblech. Läßt man das Brettchen am leeren Ende l zunächst zu lang, so kann man leicht die Wippe für sich ins Gleichgewicht bringen, so daß keine Berichtigung der angehängten Last nötig ist. Andernfalls ist die Berichtigung leicht zu ermitteln. Das genaue Armverhältnis stellt man folgendermaßen fest. Dicht am beweglichen Steg legt man über die Saite einen dünnen geknickten Draht und mißt mit dem Mikroskop seine Bewegung, wenn die Wippe bis zum Anstoßen aufs Grundbrett niedergedrückt wird. Dann mißt man, um wieviel sich dabei der Haken für die Gewichte abwärts bewegt. Diese Art der Messung berücksichtigt das Einschneiden der Saite in den Steg und ist deshalb genauer als die Messung von Schneide zu Stegkante mit der Schublehre. Ein Resonanzkasten ist kaum jemals nötig. Eine freie Saitenlänge von 50 cm gibt bei Stahl und normaler Belastung den Ton a , denn die 0,25 mm dicke stählerne e -Saite der Geige ist 33 cm lang. Viel stärkere Belastung kann man der Saite allerdings nicht zumuten, dagegen gibt sie schon bei viel geringerer Spannung physikalisch brauchbare Töne. Das Grundbrett darf nicht zu schwach sein, ein hochkant gestelltes Hartholzbrett 4 cm hoch, 2 cm breit, 60 cm lang hat sich gut bewährt. Die Anfertigung macht keine Schwierigkeiten, doch kann das Monochord auch von Leppin & Masche, Berlin, Engelufer 27, bezogen werden.

Ein zeichnerisches Verfahren zur Bestimmung der Bildpunktlage bei der Abbildung durch Linsen.

Von Dr. Ing. K. Zaar in Brünn.

Die nachstehend beschriebene einfache Konstruktion für die Bildpunktlage bei der optischen Abbildung durch Linsen weicht von den üblichen Verfahren ab und dürfte noch nicht veröffentlicht sein. Sie stützt sich auf das allgemeine (SCHEIMPFLUGsche) Abbildungsgesetz, nach welchem sich eine bezüglich der optischen Achse einer Linse (bzw. eines Linsensystems) in Schrägstellung befindliche Objektsebene mit der zuge-

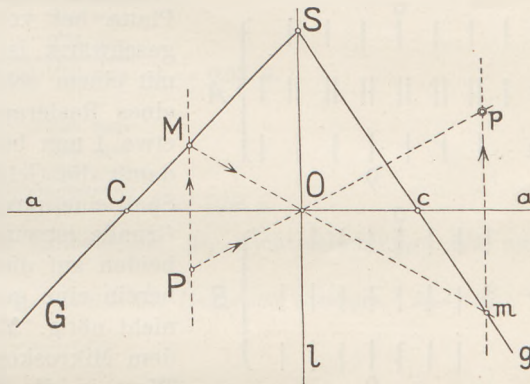
ordneten Bildebene in der Linsenebene (welche die zusammenfallend gedachten Hauptebenen der Linse ersetzen soll) schneidet, wobei es für die Zuordnung der Bildebene zur Objektsebene ausreicht, wenn für ein diesen Ebenen angehörendes Punktpaar die Linsengleichung erfüllt ist.

Die Konstruktion nimmt bei Annahme von O , als dem optischen Mittelpunkt der Linse, deren Achse a sei, folgenden Verlauf:

Es wird der Konstruktion ein Gerippe zugrunde gelegt (siehe Figur), das erhalten wird, wenn man durch zwei konjugierte (also die Linsengleichung erfüllende), aber sonst beliebige Achsenpunkte (C, c), Gerade (G, g) legt, die sich auf der in O zur optischen Achse a errichteten Senkrechten (l) an irgend einer Stelle (S) schneiden. Soll der einem Objektpunkt P zugeordnete Bildpunkt p konstruiert werden, so liegt dieser zunächst auf dem Hauptstrahl PO . Zieht man weiter durch P die Senkrechte zur Achse, welche die Gerade G in M schneidet, so ergibt sich m (als das Bild des Punktes M) im Schnitt von MO mit der Geraden g ; eine durch m gezogene Achsensenkrechte liefert schließlich im Schnitt mit dem Hauptstrahl PO den gesuchten Bildpunkt p .

Da bezüglich der Annahme des Konstruktionsgerippes volle Freiheit besteht, kann letzteres derart gewählt werden, daß die den Bildpunkt liefernden Hilfsgeraden ein scharfes Ergebnis gewährleisten.

Die konjugierten Achsenpunkte, von denen das Gerippe ausgeht, sind auf Grund der Linsengleichung festzulegen. Will man letztere nicht heranziehen, so kann man nur konstruktiv in der Weise vorgehen, daß man das Konstruktionsgerippe auf die, je um die doppelte Brennweite der Linse von ihrem Mittelpunkt entfernten Achsenpunkte, die gleichfalls einander zugeordnet sind, basiert. Sollte das hierdurch erhaltene Gerippe für die Bildpunkt-konstruktion nicht zweckmäßig sein, so kann man es zunächst zur Konstruktion günstiger gelegener Achsenpunkte verwenden, an welche man das definitive Konstruktionsgerippe anbindet.



Das vorgebrachte Verfahren ist einfach und gibt gegenüber der bekannten, meist verwendeten LISTINGSchen Zeichenregel im allgemeinen günstigere Schnitte der den Bildpunkt liefernden Geraden. Dabei kann das Verfahren, wie bereits angedeutet wurde, auch angewendet werden, wenn der Objektpunkt auf der optischen Achse liegt, sowie auch dann, wenn sich virtuelle Bilder ergeben. Bei den in der praktischen Photographie vorkommenden Aufgaben der „schiefen Transformation“ liegt ein Konstruktionsgerippe im senkrechten Schnitt der Zeichenebene mit den schräg zur optischen Achse gelegenen zugeordneten Ebenen unmittelbar vor, an welches sonach Bildpunkt-konstruktionen angeschlossen werden können.

Sind statt der aus Einfachheitsgründen angenommenen Linsenebene die von ihr ersetzten, um das Interstitium voneinander entfernten Hauptebenen in die Konstruktion einzuführen, so ist das in Rede stehende Verfahren sinngemäß dahin abzuändern, daß sich die einander entsprechenden Gerippelinien (G und g) in den bezüglichen Hauptebenen gleich weit von der Achse schneiden und daß die nach dem ersten Hauptpunkt zielenden Strahlen aus dem zweiten parallel austreten.

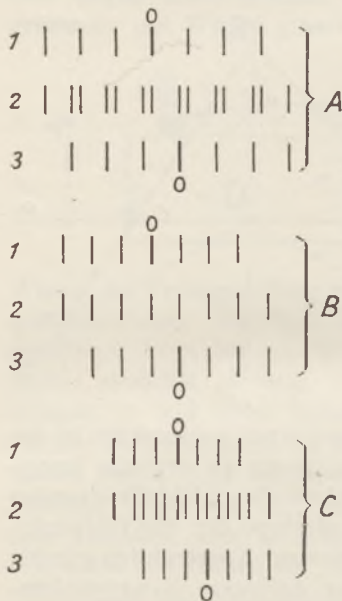
Schließlich sei bemerkt, daß das beschriebene Verfahren besonders dann empfehlenswert erscheint, wenn eine größere Anzahl von Bildpunkten zu ermitteln ist.

Ein Freihandversuch zur Bestimmung der Lichtwellenlänge.

Von Dr. H. Homann in Göttingen.

Zur Bestimmung der Lichtwellenlänge gibt es eine Anzahl Versuche, die sich für die Hand des Schülers im Praktikum eignen. Sie haben den Nachteil, daß sie eine mehr oder weniger große Apparatur, wie Lichtquelle, vorbereitete Maßstäbe usw. erfordern, die sich nicht immer in der nötigen Menge beschaffen lassen, um die Arbeiten auf gleicher Front vorzunehmen. Folgende Anordnung verringert die Apparatur auf ein Mindestmaß und läßt sich auch leicht in größerer Anzahl herstellen.

Zum Versuch dienen ein Gitter, ein Doppelspalt und ein Maßstab irgendwelcher Ausführung. Gut eignet sich ein gewöhnlicher Zollstock. Es sind also grundsätzlich die Werkzeuge, die man sonst, wenn auch nicht in derartig einfacher Ausführung, zum Messen der Lichtwellenlänge benutzt. Der Doppelspalt ist auf folgende einfache



Die Reihe 1 stellt jedesmal den linken Spalt mit seinen Interferenzbildern dar, die Reihe 3 den rechten Spalt, die Reihe 2 die Kombination der beiden Interferenzreihen, wie sie der Versuch zeigt. *A* zeigt die Interferenzen bei zu weiter Entfernung des Doppelspaltes vom Auge, *B* in passender Entfernung und *C* in zu naher Entfernung.

also auch bei einer größeren Klasse jedem Schüler ein solches Gitter in die Hand geben. Die Gitterkonstante wird wiederum unter dem Mikroskop festgestellt und auf dem Gitter notiert.

Betrachtet man durch ein solches Gitter den Doppelspalt, so erscheinen neben den einzelnen Spalten ihre Interferenzbilder. Zur Bestimmung der Wellenlänge eines farbigen Lichtes hält man hinter den Doppelspalt ein farbiges Glas oder richtet ihn gegen die Natriumflamme. Das Gitter hält man dabei mit der einen Hand unmittelbar vor das Auge, während die andere Hand den Doppelspalt hält. Auf den ersten Anblick erscheinen eine Menge von Interferenzstreifen, die sich bei genauerem Hinsehen paarweise ordnen lassen (Fig. *A* und *C*). Entfernt man den Spalt vom Auge, so wandern die Interferenzbilder auseinander (Fig. *A*), nähert man die Platte dem Auge,

Weise herzustellen. Man entwickelt eine photographische Platte bei vollem Licht soweit, bis alles Chlorsilber geschwärzt ist. In die getrocknete Schicht ritzt man mit einem scharfen Messer, am besten mit der Klinge eines Rasierapparates, 2 feine Striche, deren Abstand etwa 1 mm beträgt. Das Messer muß sehr scharf sein, damit die Gelatineschicht nicht reißt und dadurch der Spalt eine unregelmäßige Begrenzung erhält. Aus diesem Grunde ist eine Nadel zum Einritzen ungeeignet. Den beiden auf diese Weise entstehenden Spalten von vornherein eine genau bestimmte Entfernung zu geben, ist nicht nötig. Man mißt ihren Abstand nachträglich unter dem Mikroskop und setzt den so gefundenen genauen Wert in die Rechnung ein. Der Abstand wird dann ein für allemal auf der Photoplatte notiert, sei es, daß man ihn einritzt oder auf einen kleinen Zettel schreibt, und diesen auf die Platte klebt. Da die Schicht der Platte leicht verletzlich ist, und die gerade Begrenzung der Spalte leidet, wenn mehrere Platten aufeinander gelegt werden, deckt man die Platten am besten nach Art der Diapositive mit einer zweiten Glasplatte ab. Als Plattenformat für die Doppelspalte genügt $4,5 \times 6$ cm. Als Gitter benutzt man ein „Raster“, wie es zu Reproduktionen von Photographien gebraucht wird. Es braucht nicht größer als $(3 \text{ cm})^2$ zu sein, und es ist in dieser Größe von den Reproduktionsanstalten für geringes Geld zu haben. Zudem lassen sich mit Diapositivplatten von einem vorhandenen Raster leicht Kontaktabdrücke in genügender Menge herstellen. Man kann

so rücken sie zusammen (Fig. C). Auf diese Weise findet man leicht eine Entfernung vom Auge, bei der man nur die Hälfte der Streifen sieht (Fig. B). Dieses tritt ein, wenn die Interferenzen der Spalte aufeinander fallen, weil sie den Abstand der beiden Spalte haben. Diese Entfernung des Doppelspaltens vom Auge des Beobachters läßt man von einem zweiten Schüler messen. Damit hat man alle Werte, um nach der Formel $\lambda = d \cdot \sin \alpha$ die Lichtwellenlänge zu berechnen. $d =$ Gitterkonstante;

$$\sin \alpha = \frac{\text{Abstand der Doppelspalte (Interferenzstreifen)}}{\text{Entfernung vom Auge des Beobachters.}}$$

Als Beispiel seien die Ergebnisse von 2 Versuchen angeführt. Es wurde der Kontaktdruck eines Rasters benutzt; $d = 0,15$ mm; Abstand der beiden Spalte $= 9,95$ mm.

1. Weißes Licht. Der Doppelspalt wurde gegen den hellen Himmel gehalten.

Abstand vom Auge 274 mm
265 mm
272 mm

Mittel 270 mm; $\lambda = 0,53 \mu$.

2. Natriumlicht.

255 mm
250 mm
255 mm

Mittel 255 mm; $\lambda = 0,56 \mu$.

Die Methode erlaubt also trotz ihrer Einfachheit, die Lichtwellenlänge bis auf wenige Prozente genau zu bestimmen.

Physikalisches Institut der Universität Göttingen. Mai 1925.

Das Lippmannsche Elektrometer als Schwingungsindikator.

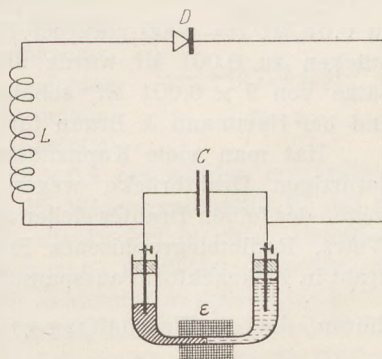
Von B. A. Ostroumoff in Nijni-Nowgorod.

Ein jeder kann sich leicht ein LIPPMANN'Sches Elektrometer anfertigen, das hinreichend empfindlich ist und nur sehr wenig Energie erfordert. Die Möglichkeit, durch dasselbe verschiedene teure Apparate zu ersetzen, ist sehr wünschenswert und zweckmäßig.

Nimmt man einen Schwingungskreis mit kleiner Periode und starker Dämpfung, der aus nacheinander geschaltetem Kondensator C , Spule L und Kristalldetektor D besteht, und wird derselbe mit dem Generator elektrischer Schwingungen schwach gekoppelt, so tritt zwischen den Kondensator- bzw. zwischen den Klemmen des Detektors, infolge des Gleichrichtungseffekts des letzteren, eine Potentialdifferenz auf. Bei kleinen Schwingungsamplituden wird in diesem Kreise die Potentialdifferenz direkt proportional den Amplituden sein, da die Detektorcurve in diesem Intervall als geradlinig angenommen werden kann.

Schalten wir zwischen den Klemmen des Detektors das LIPPMANN'Sche Elektrometer ein, so können wir die Änderungen der Schwingungsamplituden im Kreise und Generator mittels seiner Ablesungen beobachten.

Eines der bequemsten Elektrometer ist das von OSTWALD oder noch besser das auf der beigefügten Abbildung angegebene. Es ist ein U-förmiges Gefäß mit einer schwach konischen Kapillare in der Mitte, das auf einem Brett festgestellt wird; das Brett kann um eine horizontale Schraube gedreht und so dem Gefäß eine



passende Neigung gegeben werden. Eine Hälfte des Gefäßes wird mit Quecksilber gefüllt, die andere mit Schwefelsäure. Durch die beiden Stopfen jedes Armes werden zwei dicke Bleistäbe eingeführt, die einerseits als Stromleiter, andererseits jedoch als Regulatoren der Höhe der Flüssigkeit in beiden Armen dienen. Das gestattet, den Meniskus in der Kapillare zu verschieben, die Empfindlichkeit des Instruments in einem weiten Bereich zu ändern und dessen günstigste Leistung zu erreichen.

Zu den mißlichen Umständen gehören die Verschiedenheit der Detektoreigenschaften in diversen Punkten des Kristalles und die Verunreinigung des Quecksilberspiegels durch verschiedene Beimischungen, die zuweilen die Wirkung des Meniskus stark beeinflusst. Bei genauer Arbeit sind jedoch diese Störungen zu vermeiden und wir hoffen, daß das LIPPMANNSCHE Elektrometer, das sich auf anderen Gebieten so nützlich erwiesen hat, auch in der Radiotechnik gebraucht werden kann. Für Lehranstalten paßt es besonders gut, da die Schüler dabei mit einer ganzen Reihe von interessanten Naturgesetzen bekannt werden.

Herstellung einer Kapazitätsmeßbrücke.

Von P. Nickel in Berlin.

Die gewöhnliche schulmäßige Anordnung der Meßbrücke mit einem 1 m langen Meßdraht ist in einem Bereich von rund 50—10000 cm anwendbar, wenn als bekannter Kondensator C_n etwa ein Festkondensator von 1000 cm verwendet wird. Damit der Spannungsausgleich zwischen A und B (Fig. 1) nicht in der Hauptsache längs des Meßdrahtes erfolgt, muß dieser im Vergleich zu den Kondensatoren einen

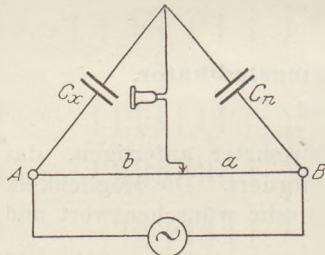


Fig. 1.

nicht zu kleinen Widerstand besitzen, es empfiehlt sich, einen etwa 0,1 mm starken Konstantan- oder Manganindraht zu nehmen. Bei einiger Vorsicht gelingt es dann, Messungen von Kapazitäten und Eichungen von Drehkondensatoren innerhalb des angegebenen Bereiches vorzunehmen (siehe *diese Zeitschrift* 37, 1924, S. 248). Leider sind für diese Zwecke Normale von 1000 cm oder von 0,001 Mf (= 900 cm) bei den entsprechenden Firmen einzeln zur Zeit nicht zu haben; man erhält Präzisions-Glimmerkondensatoren mit verlöteten Belegen mit 2 Klemmschrauben von genauer Justierung zu Meßzwecken einzeln zu 0,01 Mf (= 9000 cm) bei Siemens & Halske für 57 Mk.; die Fabrikation von Stücken zu 0,001 Mf wurde als nicht lohnend eingestellt. Wohl aber erhält man Sätze von $9 \times 0,001$ Mf, schaltbar, in Kästen, bei Siemens & Halske für 383 Mk. und bei Hartmann & Braun für 286 Mk.

Hat man viele Kapazitätsmessungen auszuführen, so ist die Verwendung einer derartigen Drahtbrücke wegen der Einstellung des Greifers weder bequem noch wegen des feinen Drahtes sicher ausführbar. Man kann sich so helfen, daß man nach REINWIRTZ, Radiotelegraphisches Praktikum, 3. Aufl. S. 99, einen längeren Manganindraht in Zickzackform ausspannt, von dem mehrere Abzweigungen zu kleinen Klemmen führen, die die Einschaltung von bestimmten, gemessenen Werten $\frac{a}{b}$ ermöglichen. An die Stelle des bekannten Festkondensators muß nun ein geeichter Drehkondensator treten, an welchem mit großer Leichtigkeit die Einstellung auf das Tonminimum erfolgt. Den Drehkondensator kann man sich selbst mit der ersten Anordnung oder mit Hilfe eines Wellenmessers und einer Spule mit berechneter Selbstinduktion nach der Resonanzmethode eichen oder man bezieht ihn mit Kurvenblatt von Siemens & Halske (1000 cm für 246 Mk.) oder von Seibt (100 Mk.). Die Eichkurve ist bei halbkreisförmigen Platten eine gerade Linie. Verfasser benutzt einen aus einem alten Wellen-

messer ausgebauten Drehkondensator von Telefunken mit maximal 1200 cm. Der Zickzackdraht kann bedeutend länger als 1 m gewählt werden; die Brücke wird dadurch gewissermaßen vergrößert und Verhältnisse $\frac{a}{b}$, die stark von 1 abweichen, lassen sich mit größerer Genauigkeit herstellen. Schließlich kann man nun auch die Abteilungen des Drahtes aufspulen, wobei natürlich die Wicklung kapazitäts- und selbstinduktionsfrei sein muß. Man spart die Mühe der Selbstanfertigung, wenn man von Ruhstrat, Göttingen, 2 Rheostate (à 18 Mk.) (Nr. 62728 und 62729) mit je 4 Widerstandsrollen zu 10, 20, 30, 40 und zu 100, 200, 300, 400 Ω bezieht, die mit einer neuen kapazitäts- und selbstinduktionsfreien Kreuzwicklung versehen sind. Die Enden der Rollen sind zu Klemmschrauben geführt. Die beiden Rheostate leisteten gute Dienste. Mit dem 2. Brett lassen sich leicht Verhältnisse 9:1, 2:3, 3:7 herstellen; unter Zuhilfenahme des 1. Brettes erhält man die Verhältnisse 10:1, 25:1 usw. Mit einem gesonderten Widerstand von 2 Ω ergab sich das Verhältnis 500:1.

Gemessen wurde z. B. ein Minosglasplattenkondensator von 3000 cm Sollwert bei $\frac{a}{b} = \frac{9}{1}$; die Einstellung bei 46° ergab aus der Eichkurve 330 cm; die Kapazität folgt zu: $9 \cdot 330 = 2970$ cm. Ein Blockkondensator 10000 cm von Telefunken ergab $9 \cdot 1120 = 10080$ cm. Ein Papierkondensator 0,4 Mf von Zwietusch lieferte $500 \cdot 750 = 375000$ cm. Die Anordnung wurde betrieben mit einem Summer, der den Strom von einer 6-Volt-Batterie in der Primärwicklung eines kleinen Telephontransformators unterbrach, dessen Sekundärseite an die Verzweigungspunkte A und B geschaltet war.

Vereinigt man die für die Kapazitätsmessung erforderlichen Einzelteile in einem Meßgerät, so erhält man die Kapazitätsbrücke oder Kapazitätsmeßbrücke. Sie ist zu beziehen z. B. von Siemens & Halske als Kleinkapazitätsmesser für 1450 Mk. oder mit einem Meßbereich von 50 bis 105000 cm von Seibt für 300 Mk. Zur Herstellung eines solchen Gerätes wurden 30 m umspannter Konstantandraht von 0,1 mm Stärke in einer Lage auf ein Turbonitrohr von 6 cm Durchmesser und 8 cm Länge gewickelt und nach 15 m, 24 m, 28,57 m und 29,703 m je ein Abzweig hergestellt. Der Sinn der Wicklung wurde nach jeder Windung umgekehrt, was sich leicht ermöglichen ließ dadurch, daß an die Längsseite der Spule unter Zwischenfügung eines Unterlagscheibchens ein Turbonitstreifen $8 \times 1 \times 0,2$ cm geschraubt war, um den der Draht bei jeder Windung herumgeschlungen wurde. Die Wicklung ist als kapazitäts- und selbstinduktionsfrei anzusprechen. Diese Spule wurde mit einem geeichten Drehkondensator von maximal 820 cm zu einem bequemen Gerät zusammengebaut. Als Vorlage diente die Kapazitätsmeßbrücke von Seibt. Auf ein Turbonitbrett $14 \times 28 \times 0,6$ cm wurden entsprechend der Spaltskizze Fig. 2 der Drehkondensator C_n und die Widerstandsspule W mit den nötigen Buchsen montiert. Das Turbonitstück paßte als Deckel in einen Holzkasten $16 \times 30 \times 10$ cm. Es wurde davon Abstand genommen, auch den Summer, den Transformator und die Elemente einzubauen. Sind die Widerstände genau abgeglichen, so kann man durch Umstecken des Telephons T für C_x leicht das 1-, 4-, 20- und 100fache des Kondensatorwertes C_n herstellen. Man beherrscht mit einem 1000 cm-Drehkondensator also den Bereich von etwa 50—100000 cm.

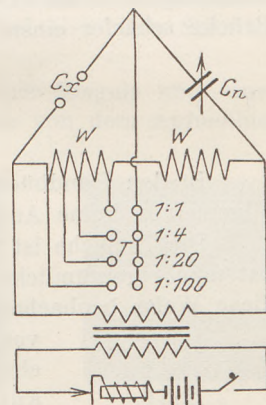


Fig. 2.

Zur Spannungsteilung auf dem Meßzweig der Brücke lassen sich statt der Widerstände mit Vorteil auch Blockkondensatoren verwenden, wie die Kapazitätsmeßbrücke der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie lehrt. Will man wieder die Teilungsverhältnisse 1:1, 1:4, 1:20 und 1:100 haben, und gibt man dem ersten Blockkondensator C_1 den Wert 200 cm, so folgen für $C_2 - C_5$ der Reihe nach die

Werte 333, 656, 2651 und 10100 cm, wenn man die einzelnen Kondensatoren hintereinander schaltet (Fig. 3). Für die weniger bequeme Parallelschaltung ergeben sich bei einem Endkondensator $C_5 = 10000$ cm für $C_4 - C_1$ der Reihe nach 6000, 3050, 754 und 202 cm. Will man Mühe und Zeit sparen, so kauft man Blockkondensatoren im ungefähren Betrage der angegebenen Werte und gleicht sie mit Hilfe einer der früheren Anordnungen ab, indem man durch Hinzulegen von mit Stanniol beklebten Glimmerblättchen die Kapazität vermehrt oder sie durch Einfügen von bloßen Glimmerblättchen oder teilweise Wegschneiden der Belegung vermindert. Es ist aber auch nicht schwierig, die Kondensatoren selbst aufzubauen. Man beklebt zunächst Glimmerblättchen $2,5 \times 3$ cm von 0,04 bis 0,05 mm Stärke, deren Ecken man beschnitten hat, mit Stanniol und läßt gut trocknen, dann schichtet man sie auf einen

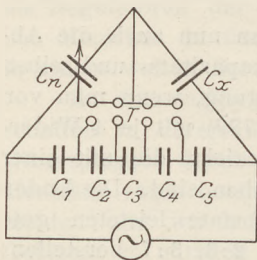


Fig. 3.

Turbonit- oder Hartgummistreifen $3,5 \times 6$ cm, der zuvor mit den nötigen Bohrungen versehen wurde, auf und schraubt sie unter Zwischenfügung eines isolierenden Schutzstreifens mit einem Zinkblech- oder Messingblechdeckel fest zusammen (Fig. 4). Für 200 und 333 cm waren 3 Blättchen erforderlich, für 10100 cm wurden 26 gebraucht. Da die genaue Abgleichung der Kondensatoren ziemlich mühsam ist, so empfiehlt es sich, nur die ungefähren Werte herzustellen und lieber für jede Brückenschaltung das Teilungsverhältnis zu bestimmen. Im allgemeinen ergeben sich hierbei keine bequemen Werte, und so tut man gut, für jede der 4 Schaltungen die Kapazitätswerte auf Millimeterpapier aufzutragen. Man erhält 4 gerade Linien. Das Tonminimum läßt sich bei dieser Brücke schärfer einstellen als bei den früheren Anordnungen.

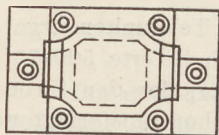


Fig. 4.

Über die Schattenanziehung.

Von Dr. G. Aliverti in Turin (Italien).

In den Handbüchern der Physik, wenigstens in den modernen, findet man im allgemeinen keine Andeutungen über die sogenannte Schattenanziehung.

Die Tatsache ist jedoch bemerkenswert, denn je nach den Versuchsbedingungen hat man eigentümliche Erscheinungen. Man kann leicht die Schattenanziehung auf diese Weise beobachten: Man nähere z. B. den Zeigefinger der Kante einer Tür, die von der Sonne beleuchtet, ihren Schatten auf den Boden oder auf eine Wand wirft. Man gebe acht darauf, den Finger in einer anderen Ebene von derjenigen der Tür zu halten, so erscheint auf dem Boden, gegenüber dem geradlinigen Rande des Türschattens, der Schatten des Fingers; wenn man nun den Finger so bewegt, daß sein Schatten sich demjenigen der Tür nähert, so wird man in einem gewissen Augenblick bemerken, daß einer der zwei Schatten sich deformiert. Entweder verlängert sich der Schatten des Fingers, oder es biegt sich jener der Tür.

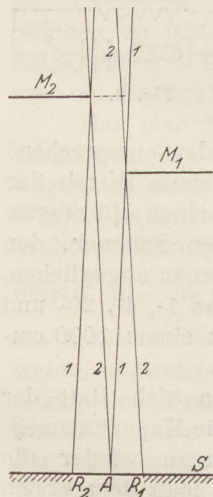


Fig. 1.

Die Schüler können alltäglich die Erscheinung der Schattenanziehung beobachten; darum halte ich es nicht für unnütz, hierüber eine Elementarerklärung und einige einfache Demonstrationsversuche zu geben.

Die verschiedenen Fälle der Schattendeformation von gekreuzten Gegenständen (und daher nicht in derselben Ebene) können auf Folgendes zurückgeführt werden:

Nehmen wir an, daß auf eine Wand S (Fig. 1), auf welche die Sonnenstrahlen fallen, die Schatten von zwei Schirmen M_1, M_2

fallen (beide parallel mit S). Wegen der Sonnenparallaxe bilden sich über S Schatten, die von einer Zone von Halbschatten umrandet sind; die Breite dieser Zonen hängt von der Entfernung zwischen M_1 , M_2 und dem Schirm S ab. Jetzt nehmen wir weiter an, einer von den Schirmen, z. B. M_2 , sei beweglich. Verschieben wir ihn gegen M_1 und beobachten, was geschieht, wenn die Halbschatten übereinander gelangen. Der reine Schatten von M_2 rückt mit M_2 gegen M_1 vor; die ganze Halbschattenzone nimmt ab, und zugleich nimmt auch ihre Beleuchtungsintensität ab, aber der reine Schatten von M_1 bleibt unverändert, bis der bewegliche Schirm außer dem Halbschattenkegel $2M_11$ ist. Sobald M_2 in diesen Kegel eintritt, nähert sich der reine

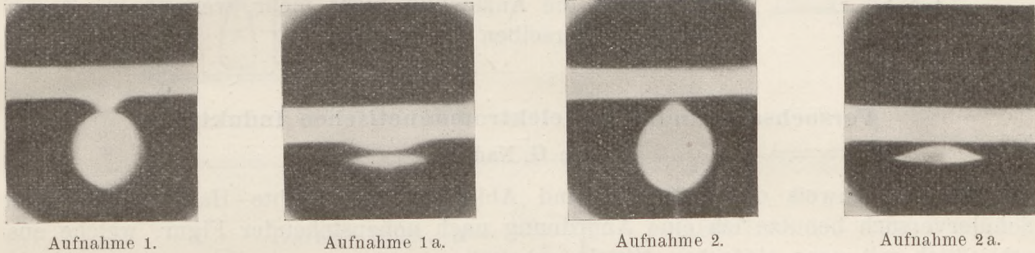


Fig. 2.

Schatten von M_1 demjenigen von M_2 , weil M_2 einen Teil der Strahlen, welche den Halbschatten von R_1 gegen A bilden, aufgehoben hat.

Wenn daher der Schatten des unbeweglichen Schirmes geradkantig, der Schatten des beweglichen dagegen gebogen ist, so sieht man, daß der erste sich deformiert, indem er eine derjenigen von M_2 ähnliche Form annimmt und sich dem Schatten von M_2 nähert.

Die Aufnahmen 1 und 2 (Fig. 2) stellen die Schatten eines Riegels und einer runden Scheibe dar; bei der ersten Aufnahme war die Scheibe von dem Aufnahme-

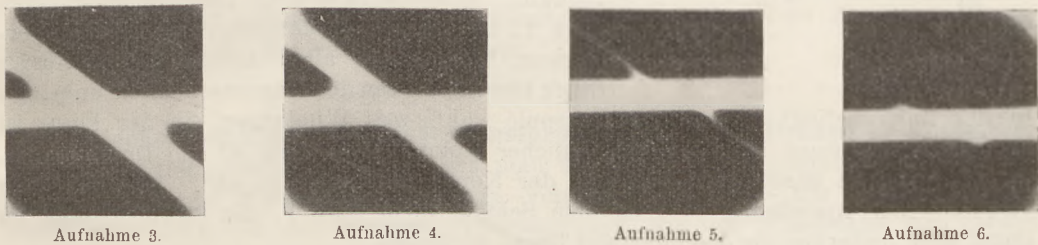


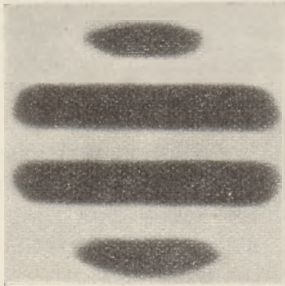
Fig. 3.

schirm weiter entfernt als der Riegel, und in der zweiten war das Gegenteil der Fall. Folglich ist in der ersten der Schatten des Riegels deformiert, in der zweiten derjenige der Scheibe.

Die Aufnahmen 1a und 2a beziehen sich auf den Fall eines beweglichen Schirmes M_2 , der nicht kreisförmig ist.

In dem Falle des Schattens eines Systems von parallelen Latten A , B , ..., hinter oder vor denen sich schräg ein anderer Riegel P befindet, bemerkt man die Deformation des Schattens nur in den spitzen Winkeln, denn tatsächlich nur in diesen werden die erwähnten Bedingungen realisiert. Man denke nur an die Querschnitte des Systems, welche man durch die auf Latten A , B , ... senkrechten Ebenen erhält.

Wenn P zwischen dem Aufnahmeschirme und den Latten liegt, deformiert sich der Schatten von P ; dagegen zeigt der Schatten der Latten die Anziehung, wenn diese zwischen Schirm und P liegen.



Aufnahme 7.
Fig. 4.

Die Aufnahmen 3 und 4 (Fig. 3) stellen diesen Fall dar. In den Aufnahmen 5 und 6 wird anstatt des Riegels ein sehr dünner Stab angebracht; sein reiner Schatten fehlt, aber man erkennt deutlich die Erscheinung der Anziehung, durch welche eine Art von Schattenbrechung hervorgebracht wird.

Die Aufnahme 7 (Fig. 4) zeigt den Schatten einer kreisförmigen Öffnung, von rechteckigen Riegeln durchquert, die zwischen der Öffnung und dem Schirme liegen.

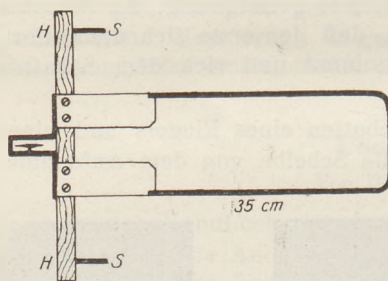
In jedem Falle deformiert sich der Schatten desjenigen Gegenstandes, der näher dem Aufnahmeschirme liegt, und man sieht die Anziehung nicht mehr, wenn beide Gegenstände in derselben Ebene liegen.

Versuchsordnung zur elektromagnetischen Induktion.

Von G. Nadler.

Zum Nachweis der Induktion und Ableitung der Rechte-Hand-Regel durch Schülerversuch benutze ich eine Anordnung nach nebenstehender Figur, welche ausschließlich mit ganz einfachen Mitteln arbeitet:

Ein kräftiger Kupferbügel von 8 mm Durchmesser ist unter Zwischenschaltung von zwei Kupferblechen von 0,7 mm Dicke elastisch an einer Holzplatte H befestigt, welche mit Stiften S versehen ist.



Mit diesen Stiften läßt sich das Ganze an einem Bunsenstativ mittels zweier Kreuzmuffen festklemmen. Das vertikale Stück des Bügels kann dann im Feld eines z. B. auf Holzklötze aufgelegten gewöhnlichen Stahlmagneten seitlich bewegt werden. Als Magnet genügt ein Hufeisenmagnet aus Rundstahl von etwa 12 mm Durchmesser, Schenkellänge etwa 15 cm, oder ein solcher von einem Telephoninduktor, Querschnitt 8×18 mm, Schenkellänge etwa 12 cm. Es ist zweckmäßig, das Feld zu verstärken, indem man als Polschuh ein passendes Stück Eisen zwischen den Magnetschenkeln anbringt.

In der links befindlichen Ablenkungsspule von zwei Windungen (in der Figur ist nur eine gezeichnet) liegt ein gewöhnlicher Kompaß von etwa 40 mm Durchmesser.

Man erhält unschwer Ausschläge der Kompaßnadel bis zu 45° . Bei der leicht verständlichen Anordnung fällt es dem Schüler nicht schwer, die Stromrichtung im Bügel und weiterhin die Rechte-Hand-Regel zu finden.

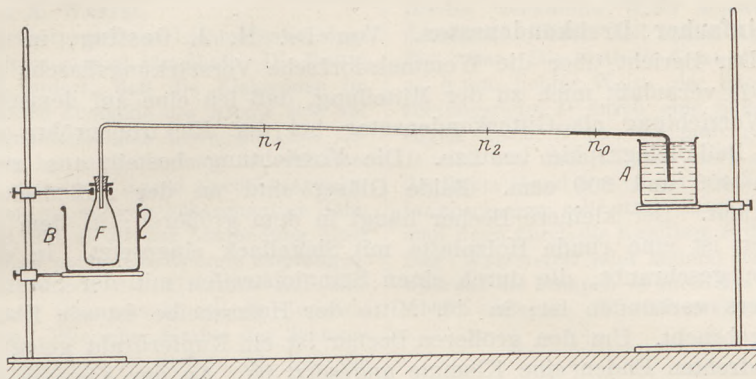
Das Gerät kann von der Firma Böhm & Wiedemann, München, Karlsplatz, zum derzeitigen Preis von RM. 6.50, ohne Kompaß, Magnet, Stativ, Muffen bezogen werden. (Komplett für RM. 15.70.)

Für die Praxis.

Eine Änderung an einem bekannten Schülerübungsapparat zur Bestimmung des Ausdehnungskoeffizienten der Gase. Von K. Grünholz, Würzburg a. M. (Oberrealschule). Das Luftvolumen wird statt durch einen Wassertropfen dadurch abgeschlossen, daß man bei Zimmertemperatur aus dem Gefäß A (s. Figur) einen Wasserfaden ansaugt bis über die Marke n_0 und dann erst das andere Rohrende mit dem Kork in die Flasche F bringt. Das Rohr ist 1 m lang. Füllt man dann den Emailtopf B mit Eis, so steigt der Faden bis n_1 ; man mißt die Länge $n_0 n_1$. (Die Länge der Röhre muß natürlich passend gewählt sein.) Füllt man ihn mit Wasser von Zimmertemperatur, so geht er bis n_2 zurück; man mißt $n_2 n_0$. Zahlenwerte einer Gruppe: Das Luftvolumen bei

0° = Volumen des Gefäßes F beträgt $V_0 = 261,3 \text{ ccm}^1$); 1 cm Rohr hat $a = 0,245 \text{ cm}$ Hohlraum.

Anfangslänge $n_0 n_1 : l_1 = 84,2 \text{ cm}$ bei der Temperatur $t_1 = 0^\circ$.
Endlänge $n_0 n_2 : l_2 = 32,6 \text{ cm}$ bei der Lufttemperatur $t_2 = 13,2^\circ$.



$$\text{Daraus folgt: } \alpha = \frac{(l_1 - l_2) \cdot a}{t_2 \cdot V_0} = 0,0037.$$

Die Ergebnisse der 10 Gruppen einer Klasse waren:

0,0035; 0,0038; 0,0033; 0,0043; 0,0037; 0,0035; 0,0036; 0,0036; 0,0036; 0,0040.
(Mittelwert 0,0037.)

Ersatz der Stricknadeln bei magnetischen Versuchen. Von Bruno Kolbe in Jöhvi (Esti). Gewöhnlich zeigt man an einer dünnen magnetisierten Stricknadel, daß beim Zerbrechen jedes Stück wieder einen vollständigen Magnet darstellt. Weit bequemer sind gehärtete magnetische Laubsägen. Sie lassen sich leicht in sehr kurze Stücke brechen, an denen man das Nord- und das Südende erkennen kann.

Wenn man mit einer Flachzange Stücke von der Länge zweier Zähne abbricht, auf eine Glastafel schüttet, so kann man mit einem von unten an die Glastafel gehaltenen Magnet die Polarität zeigen, usw.

Telephoninduktor und Klingeltransformator. Von M. Dehnen in Königsberg i. Pr. Ein Telephoninduktor liefert, wie man mit Hilfe einer Glühlampe leicht feststellen kann, eine Wechselstromspannung von über 200 Volt. Da der Widerstand des Ankers etwa von der gleichen Größenordnung wie der Widerstand der ganzen Spule eines Klingeltransformators ist, so verspricht ein Zusammenschalten beider gute Wirkung. In der Tat erhält man auf der Niederspannungsseite des Transformators eine Spannung, mit der man ein 4 Volt-Lämpchen speisen kann. Auch der Durchgang des Wechselstroms durch einen Kondensator großer Kapazität (Telephonkondensator) läßt sich trotz der geringen Periodenzahl (20--30) an dieser einfachen Apparatur demonstrieren.

Einfacher Plattenkondensator für das Elektroskop. Von E. Zerbst in Insterburg. Die Potentialdifferenz eines Elementes macht man mit dem Elektroskop sichtbar durch Anschluß eines Plattenkondensators, der gut geschliffen sein muß, um die nötige Kapazität zu haben. Einen einfachen Kondensator stellt man sich zu demselben Zweck aus 2 glatten Weißblechstücken von etwa 12 mal 15 cm her, die beide auf einer Seite dünn aber gleichmäßig mit Schellack überzogen werden. An eine der

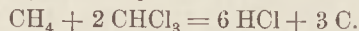
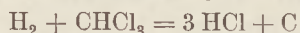
¹⁾ Die Luft in der Röhre vom Gefäß F bis zur Marke n_1 bleibt auf Zimmertemperatur und zählt nicht zum Volumen bei 0° .

Platten wird vorher die Kugel des Elektroskops, an die andere ein Handgriff gelötet. Beim Aufpressen der oberen Platte mit gespreizten Fingern biegen sich die Platten nach unten und legen sich dadurch eng aneinander. In bekannter Weise wird jetzt das Elektroskop geladen.

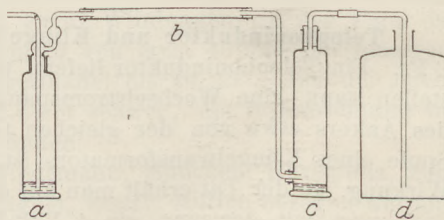
Ein einfacher Drehkondensator. Von Dr. H. J. Oosting, in den Helder (Holland). Der Bericht über die Wommelsdorfsche Verstärkungsflasche (*ds. Ztschr.* 1922; S. 101) veranlaßt mich zu der Mitteilung, daß ich eine auf demselben Prinzip beruhende Vorrichtung als Gitterkondensator bei der Elektronenröhre eines Empfängers für Radiotelegraphie benutze. Die Vorrichtung besteht aus zwei Bechergläsern von 400 und 300 ccm. Beide Gläser sind an der Außenseite halb mit Stanniol beklebt. Der kleinere Becher hängt in dem größeren; in dem oberen Teil des kleineren ist eine runde Holzplatte mit Siegellack eingesetzt. In das Holz ist eine Klemme geschraubt, die durch einen Stanniolstreifen mit der Stanniolbelegung dieses Bechers verbunden ist; in der Mitte der Holzscheibe ist ein Ebonitstäbchen als Griff angebracht. Um den größeren Becher ist ein Kupferdraht gelegt, an dessen zusammengedrehten Enden eine Klemme angesetzt ist. An der Klemme des inneren Bechers wird eine leicht biegsame Leitungsschnur befestigt, so daß der kleine Becher in dem größeren gedreht werden kann. Seit Februar 1921 hat die Vorrichtung sich sehr gut bewährt.

Nachweis der elektrischen Schwingungen in der Sekundärspule eines Induktors bei zugeschaltetem Kondensator (vergl. *ds. Ztschr.* 36, S. 103; 1923) Von M. Dehnen in Königsberg i. Pr. Hierzu eignet sich neben der Holtzschen Röhre auch die Osram-Glimmlampe, die beim Kurzschließen des Kondensators nur mit einer Kappe, sonst aber mit beiden Kappen brennt. Zur Sicherung der Lampe gegen die Hochspannung lege ich zu beiden Seiten je einen der jetzt in Geschäften für Radioartikel käuflichen Silitwiderstände von der Größenordnung 1—2 Millionen Ohm.

Einwirkung von Chloroform auf Leuchtgas. Von F. Brandstätter in Wien. Bei gewöhnlicher Temperatur findet keinerlei Einwirkung dieser Stoffe aufeinander statt, doch bei Glühhitze vereinigt sich das reichliche Chlor des Chloroforms nicht bloß mit dem freien, sondern auch mit dem gebundenen Wasserstoff des Leuchtgases zu Chlorwasserstoff, und es wird eine große Menge von Kohlenstoff ausgeschieden:



Um dies zu zeigen, leitet man einen langsamen Leuchtgasstrom durch etwas Chloroform in der kleinen Waschflasche *a* (s. Fig.) und das hier erhaltene Gemenge von Leuchtgas und Chloroformdampf in das schwer schmelzbare Glasrohr *b*, von hier in den mit etwas Salmiakgeist beschickten Trockenturm *c* und schließlich in die große Flasche *d*.



Wird nun das Rohr *b* in seinem mittlern Teile durch die Breitflamme eines Gasbrenners erhitzt, so beginnt hier alsbald, meist unter schwacher Feuererscheinung, die Bildung des Chlorwasserstoffs und die Abscheidung des Kohlenstoffs, worauf im Trockenturm *c* durch die Einwirkung des Chlorwasserstoffs auf das Ammoniak die Bildung eines dichten Salmiakrauches beobachtet werden kann, der, hier aufsteigend, schließlich auch die Flasche *d* von unten nach oben anfüllt. Nach Abschluß des kaum einige Minuten in Anspruch nehmenden Versuches erscheint der im erhitzt

gewesenen Teile der inneren Glaswand von *b* abgesetzte Kohlenstoff als glänzend schwarzer, sich leicht abblätternder Überzug, während die stromab gelegene Stellen der Glasrohrwand einen matten, mehr rußartigen Belag aufweisen.

Berichte.

2. Forschungen und Ergebnisse.

Über die Lichtemission Bohrscher Atome.

Orig.-Ber. von A. WENZEL.

Der Elementarprozeß der Lichtemission eines BOHRschen Atoms ist noch rätselhaft. Die BOHRsche Theorie fordert, daß die Elektronen im nicht leuchtenden Zustande des Atoms sich auf bestimmten Quantenbahnen bewegen, ohne dabei trotz ihrer hohen Umlaufzahl zu strahlen. Erst dadurch, daß durch irgend einen Anregungsprozeß ein Elektron auf eine höherquantige Bahn gebracht wird, hat es die zur Aussendung einer Strahlung nötige potentielle Energie empfangen. Beim Zurückspringen des Elektrons auf eine Bahn niedrigerer Quantenzahl soll die Emission vor sich gehen. Wie aber hierbei der lichtaussendende Mechanismus zu denken ist, ließ die BOHRsche Theorie ungeklärt. Hiertüber eine Vorstellung zu gewinnen, haben sich W. WIEN (1) und andere Forscher bemüht. Für diesen Strahlungsmechanismus gibt es zwei Möglichkeiten. Entweder vermag das Elektron im angeregten Atom längere Zeit auf der höherquantigen Bahn zu verweilen und springt dann plötzlich auf seine alte Bahn zurück, wobei es einen unmeßbar kurzen Lichtstoß beim Übergang von der $(n+1)^{\text{ten}}$ zur n^{ten} Quantenbahn aussenden müßte. Hierbei wäre aber schwerlich einzusehen, wie der aus einem ganzen Wellenzuge von Tausenden oder Millionen Wellen bestehende Lichtblitz zustande kommen sollte. Man war daher von vornherein geneigt, auch diesem Übergang des Elektrons von einer Quantenbahn zur anderen eine endliche Dauer beizumessen. Eine experimentelle Entscheidung über das Vorhandensein dieser Emissionszeit zu treffen, hat sich W. WIEN in mehreren Untersuchungen bemüht, indem er an Kanalstrahlen den Wechsel der Lichtstärke einzelner Spektrallinien mit der Flugdauer der Ionen möglichst objektiv bestimmte.

Zwar vermochte die klassische Elektronentheorie aus der Annahme schwingender Elektronen die Dämpfung der zum Leuchten erregten Atome theoretisch wiederzugeben; diese Theorie ist aber zweifelhaft geworden, seitdem das BOHRsche Atommodell die Spektralserien mit so großem Erfolge darzustellen vermag, obwohl es das Abklingen des Strahlungsprozesses nicht ersichtlich werden läßt. Es war daher sehr wesentlich, die Größe dieser Dämpfung experimentell zu bestimmen, zumal sich daraus Schlüsse auf den Leuchtvorgang selbst ergeben können. Eine Möglichkeit dazu bieten die Kanalstrahlen, da man nach J. STARK (2) erwarten konnte, daß die in den Kanalstrahlen zum Leuchten angeregten Moleküle durch die Molekularbewegung über die Grenzen des Strahles hinausgelangen, bevor sie die Strahlung beendet haben. Nun werden aber die leuchtenden Moleküle im Kanalstrahl durch Zusammenprallen mit anderen Molekülen immer wieder zum Leuchten angeregt. Um dies zu verhindern, mußten die nicht angeregten Moleküle

aus dem Beobachtungsraum entfernt werden. Hierbei verwandte WIEN zunächst folgenden Kunstgriff. Einen Teil seiner Apparatur stellt Fig. 1 dar. Die Kathode *K* ist ein Zylinder mit ca. 5 mm lichter Weite, der gegen den Beobachtungsraum *D* durch eine Scheibe mit ganz engem Loch *H* (ca. 0,1 mm) geschlossen ist. *D* wird nun dadurch sehr stark evakuiert, daß der Raum *B* und *D* zunächst mit GAEBDESchen Diffusionspumpen sehr stark ausgepumpt wird und man dann durch die Kapillare *F* das betreffende Gas (Wasserstoff oder andere) einströmen läßt, während die Pumpen es durch das Rohr *A* immer wieder entfernen. So wird erreicht, daß in *D* ein

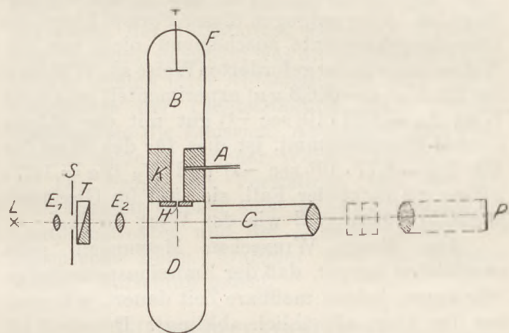


Fig. 1.

um das Vielfache niedrigerer Druck (0,0015 mm Hg) herrscht als in *B*. Eine Beobachtung des Kanalstrahls in *D* bei gleichem Druck wie in *B* (ca. 0,1 mm Hg) zeigt, daß er sehr diffus ist und allmählich lichtschwächer wird. Wird dagegen in *D* der Druck erheblich herabgesetzt, so nimmt die Helligkeit des Kanalstrahles in *D* rasch mit der Entfernung von *H* ab. Um quantitativ bestimmen zu können, wie die Intensität des von den allmählich abklingenden Atomen ausgesandten Lichtes abnimmt, mußte er das Licht spektral zerlegen, denn es besteht die Möglichkeit — nach der Elektronentheorie war dies direkt zu erwarten —, daß die Dämpfung eine Funktion der Wellenlänge ist. Zu diesem Zweck bildete der feine Kanalstrahl vor dem Kollimatorrohr *C* des lichtstarken Quarzspektrographen die erforderliche Lichtlinie (Fig. 1). Zur Messung des Intensitätsabfalls im Kanalstrahl wurde gleichzeitig vor dem Kollimator *C* des Spektrographen dicht über dem Kanalstrahl das Licht eines beleuchteten Spaltes *S* durch die Linse *E*₂ konzentriert, nachdem es zuvor einen keilförmigen Trog *T* mit absorbierender Flüssigkeit durchlaufen hatte. Ein Vergleich der Schwärzung der Platte *P* durch dieses Licht mit dem des Kanalstrahles ließ eine gute Bestimmung des Intensitätsabfalls zu.

Die photographischen Aufnahmen des spektral zerlegten Lichtes des ganzen Wasserstoff-

kanalstrahles von seiner Austrittsstelle H an der Kathode ab zeigten sofort, daß in ganz kleiner Entfernung von H viele Linien im Spektrum vorhanden sind, die von der dort noch vorhandenen größeren Gasdichte herrühren, während von ca. 1 mm von H ab nur noch die Linien der Balmerreihe des Wasserstoffs sichtbar sind, deren Lichtstärke sehr schnell abnimmt. Die Dämpfung des Schwingungsvorganges verläuft nach Messungen an Wasserstoff- und Sauerstoffkanalstrahlen nach einem Exponentialgesetz mit einer Dämpfungskonstante 2α , wie sie auch die klassische Theorie eines um seine Gleichgewichtslage schwingenden Elektrons ergibt:

$$2\alpha = \frac{8\pi^2 e^2}{3mc\lambda^2},$$

worin e die Ladung, m die Masse des Elektrons, c die Lichtgeschwindigkeit und λ die Wellenlänge ist. Aber entgegen dieser Formel hängt die Dämpfungskonstante anscheinend nicht von der Wellenlänge in der geforderten Weise ab. Während der für $H\alpha$ ($\lambda = 656,3 \mu\mu$) experimentell erhaltene Wert $2\alpha = 5,35 \cdot 10^7 \text{ sec}^{-1}$ gut mit der obigen Formel übereinstimmt, ist dies für den Wert für $H\beta$ ($2\alpha = 9,77 \cdot 10^7 \text{ sec}^{-1}$) und $H\gamma$ ($2\alpha = 12,7 \cdot 10^7 \text{ sec}^{-1}$) nicht der Fall, sie sind im Gegenteil ungefähr ebensogroß wie der Wert für $H\alpha$.

Aus diesen WIENSchen Messungen geht zweifelsfrei hervor, daß der Emissionsprozeß eine sehr kurze, jedoch meßbare Zeit dauert, während der das Atom allmählich abklingt. Demnach ist die Intensität des Lichtes eine Funktion der Zeit t nach folgender Gleichung:

$$I = f(t) = I_0 e^{-2\alpha t},$$

worin I_0 die Lichtstärke zu Beginn der Emission, 2α der obige Dämpfungskoeffizient ist. Gilt diese Funktion, so müßte, wie G. MIE (3) darlegt, das Atom, sobald es zum Leuchten angeregt ist, plötzlich mit der großen Lichtstärke I_0 zu strahlen beginnen; dann würde im weiteren Verlauf des Emissionsprozesses die Lichtstärke gemäß obiger Funktion abnehmen und schließlich unmerklich klein werden, wenn das Elektron seine Bahn erreicht hat.

Ein derartiges Abklingen der Emission ist aber mit den Vorstellungen über die Bewegung der Elektronen im Atom bei der Strahlung nach BOHR nicht verträglich. Nach MIE muß man vielmehr annehmen, daß die Elektronen aus den nach der BOHRschen Theorie bevorzugten Quantenbahnen kontinuierlich herausgehen können, um durch kontinuierlichen Übergang auf Spiralen in die nächst niedrige Quantenbahn zu gelangen. Aber dabei ist zu bedenken, daß die Strahlungsemission beim BOHRschen Atom nicht in so einfacher Weise mit der Bewegung des Elektrons zusammenhängt wie bei der älteren Elektronentheorie. Die ausgehenden Wellen haben eine ganz andere Schwingungszahl, als die Umlauffrequenz des Elektrons beträgt. Hier stößt man auf dieselbe Schwierigkeit, die auch in der BOHRschen Forderung der Strahlungslosigkeit gewisser Elektronenbahnen liegt. Die periodische Änderung des

Feldes des Elektrons breitet sich nicht im Äther als Wellenstrahlung aus, sondern letztere wird durch ganz andere uns noch unbekannte Vorgänge erregt. Ein bestimmtes Beispiel mag dieses erläutern.

Ein Wasserstoffatom sendet Licht der $H\alpha$ -Linie aus, indem ein Elektron aus der dreiquantigen Bahn in die zweiquantige überspringt (vgl. Fig. 2). Nach MIE hat man sich dies so zu denken, daß es von der strahlungslosen dreiquantigen Bahn vom Radius 4,82 Å.-E. und der Umlauffrequenz $244 \cdot 10^{12}$ pro Sek. allmählich übergeht in Kreisbahnen von kleineren Radien, wobei es eine Strahlung von der Frequenz der $H\alpha$ -Linie $457 \cdot 10^{12}$ pro Sek. aussendet. Auf jeder Bahn aber bewegt sich nach BOHRs Annahme das Elektron so, daß seine Umlauffrequenz sich nach den Gesetzen

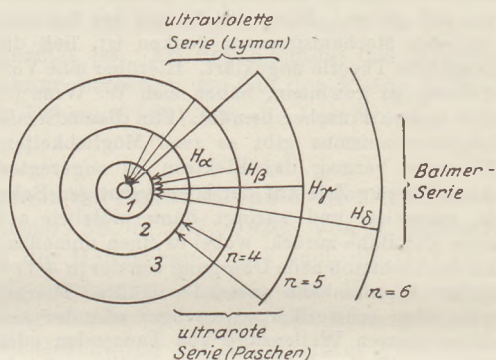


Fig. 2.

der Mechanik und nach dem COULOMBSchen Gesetz berechnen läßt und daß jede folgende Bahn sich von der vorhergehenden um einen Energiebetrag unterscheidet, der während des Umlaufs als Strahlung ausgesandt wird. In der Bahn vom Radius 3,17 Å.-E. ist die Umlaufzeit des Elektrons gleich der Schwingungsdauer der $H\alpha$ -Strahlen, d. h. nur in dieser momentanen Bahn herrscht Resonanz zwischen Strahlungsfrequenz und Umlauffrequenz des Elektrons. Der durch Ausstrahlung hervorgerufene Energieverlust zwingt das Elektron sofort zum Verlassen der Bahn. Mit der Abnahme des Bahndurchmessers wächst die Umlauffrequenz des Elektrons über die Schwingungsfrequenz von $H\alpha$, bis schließlich die zweiquantige Bahn vom Radius 2,14 Å.-E. mit der Umlauffrequenz $823 \cdot 10^{12}$ pro Sek. erreicht und damit der Strahlungsvorgang beendet ist. Auf dieser Bahn kreist das Elektron weiter, ohne zu strahlen.

Nach MIEs Ansicht ist zu erwarten, daß das Atom nicht sofort nach dem Verlassen der dreiquantigen Bahn mit dem höchsten Wert der Lichtstärke zu strahlen beginnt. Je weiter sich das Elektron von der strahlungslosen Bahn entfernt, desto mehr nimmt die Stärke der Strahlung zu. In der Resonanzbahn wird vermutlich die Strahlung am intensivsten sein und dann wieder abklingen. Von dem ersten Teil der Strahlung zeigen die WIENSchen Messungen nichts, sie

beginnen sofort mit dem abklingenden Teil. Man kann dies nach MIE so erklären, daß die Strahlung um so stärker ist, je weiter sich das Elektron von der stationären Endbahn befindet; damit wäre sofort erklärt, warum die Abklingung der Strahlung nach einem Exponentialgesetz vor sich geht. Ob die Stärke der Strahlung der ersten Auffassung entsprechend anfangs steigt und dann wieder sinkt, oder ob sie gleich mit besonderer Stärke beginnt und dann abklingt, bleibt nach den WIENSchen Messungen am Wasserstoff, Helium und Quecksilber ungeklärt, da er die Atome nicht von dem Moment der Anregung ab photographieren kann, während er die späteren Stadien des Abklingens in Übereinstimmung mit den Messungen von H. W. WEBB (4) und Auffassungen von K. J. COMPTON (5) wiedergibt. Ebenso wie WIEN konnte auch R. C. TOLMAN (6) bei seinen theoretischen Untersuchungen am Quecksilber ($\lambda = 253,7 \mu\mu$) und Chlorwasserstoff ($\lambda = 3,515 \mu$) keinerlei regelmäßigen Zusammenhang der Dämpfung mit der Wellenlänge feststellen.

Neuerdings nimmt nun G. MIE (3) an, daß in einem angeregten Atom das Elektron längere Zeit auf der höherquantigen Bahn kreisen kann, ohne unter Ausstrahlung von Licht auf die niedrigere Bahn zurückzuspringen. Diese sog. Verweilzeit soll nach MIES Ansicht ebenso wie die Abklingungszeit von endlicher Dauer sein. Demgegenüber stellt WIEN in seiner neuesten Arbeit (1925) fest, daß der mathematische Ausdruck für die Intensität des im Kanalstrahl von fliegenden Atomen ausgesandten Lichtes vollkommen symmetrisch für die Verweilzeit und die Abklingungszeit ist. Nun ergeben aber, wie WIEN nachweist, die Messungen, daß eine von ihnen sehr viel kleiner ist als die andere. Nach WIENS Ansicht sind beide, Verweilzeit und Abklingungszeit, nur als verschiedene Darstellungen desselben

Vorgangs anzusehen, so daß also wahrscheinlich nur die letztere von Bedeutung ist.

Damit ist auch die neueste Form der Strahlungstheorie nach BOHR, KRAMERS und SLATER (6) in Übereinstimmung. Während nach der extremen Quantentheorie, wie sie EINSTEIN 1916 entwickelt hat, das angeregte Atom eine endliche Verweilzeit besitzt, doch keine Abklingungszeit, fordert die neue Form der Strahlungstheorie nur die Abklingungszeit. Dieselbe Zeit, in der das Atom nach der extremen Quantentheorie vor dem plötzlichen Energiesprung gewissermaßen untätig verweilt, ist nach der neuen Theorie, wie sie G. MIE (7) in Danzig ausführte, von dem Vorgang der Strahlungsemission erfüllt, ohne daß das Atom sich dabei ändert. Erwähnt sei hier, daß diese neue Theorie dadurch einer Vereinigung mit der Wellentheorie des Lichtes den Boden ebnet, und tatsächlich gelingt es ihr auch, eine Erklärung der Interferenz, Beugung, Reflexion und Brechung zu geben, was die extreme Quantentheorie infolge ihrer Ablehnung des periodischen Charakters der Lichtstrahlung nicht vermag, während sie die Emission, Absorption und Fluoreszenz beide in gleicher Weise erklären.

Die Frage der Verweilzeit und der Abklingungszeit spielen auch bei der Erklärung des Comptoneffektes und der Bremsstrahlung eine bedeutende Rolle. Darüber wird ein späterer Bericht Aufschluß geben.

Literaturverzeichnis.

1. W. Wien, Ann. d. Phys. 60. 597. 1919; 66. 229. 1921; 73. 483. 1924; 76. 109. 125.
2. J. Stark, Ann. d. Phys. 49. 731. 1916.
3. G. Mie, Ann. d. Phys. 66. 237, 1921; 73. 195. 1924.
4. H. W. Webb, Phys. Rev. 21. 479. 719. 1923.
5. Compton, Phil. Mag. 45. 750. 1923.
6. N. Bohr, H. A. Kramers und J. C. Slater, Zeitschr. f. Phys. 24. 69. 1924.
7. G. Mie, Phys. Zeitschr. 26. 665. 1925.

4. Unterricht und Methode.

Weitere Meldungen von Unfällen im Chemie- und Physikunterricht¹⁾.

1. Explosion mit Schwefelwasserstoff. „In einer etwa $\frac{3}{4}$ l fassenden Flasche stellte ich aus Schwefeleisen und verdünnter Schwefelsäure (9:1) Schwefelwasserstoff her. Das Trichterrohr für die Säure reichte bis in die Flüssigkeit, das Abzugsrohr war durch ein Schlauchstück mit einem weiteren Rohr verbunden, durch das das H_2S in Wasser geleitet wurde. Nach $\frac{1}{2}$ Stunde lebhafter, regelmäßiger Entwicklung setzte ich an das Gummistück ein Glasrohr mit Spitze und nahm die Flasche ins Zimmer, um den Schülern die Brennbarkeit des Gases zu zeigen. Beim Anzünden zeigte sich eine kleine gelbe Flamme, im nächsten Augenblick aber platzte die Flasche mit großem Knall, die Splitter flogen weit umher. Einige drangen mir in die linke Hand; von den Schülern wurde niemand

verletzt. Die Verhütungsmöglichkeit derartiger Explosionen durch Einschalten von Stahlwolle ist mir bekannt; ich konnte aber noch keine feine Stahlwolle erhalten.“

Verhütung: Obgleich Gemenge aus Luft und Schwefelwasserstoff in beträchtlich engeren Grenzen explosiv sind als solche mit Wasserstoff, so zeigt der aus einer schlesischen Lehranstalt dankenswerterweise mitgeteilte Fall, daß man auch damit mehr Vorsicht walten lassen soll. Man darf, wenn man Stahlwolle nicht zur Hand hat, das Gas nicht eher entzünden, als bis man, in nicht zu kleinem Probierglase, die „Knallgasprobe“ — mittels Wasser verdrängung, nicht bloß Luftverdrängung — vorgenommen hat.

2. Herausspritzen von frisch gelöstem Natriumhydroxyd. Die Gewohnheit, das Probierglas beim Lösen eines Körpers mit dem Daumen zu verschließen und zu schütteln, ist bei Alkalihydroxyden schlecht angebracht. In einer Kursusstunde spritzten beim Loslassen des Daumens Teilchen der mit festem Ätznatron hergestellten Lauge heraus und gerieten einer

¹⁾ Vgl. die „Aufforderung betr. Meldung von Unfällen“ in dieser Zeitschr. 26, 207, sowie die letzten Meldungen 34, 45 und 35, 283.

Lehrerin ins Auge. Es entstand ein lebhaftes Brennen, das durch sofortiges Auswaschen — zunächst mit Leitungswasser, dann mit Wasser, dem auf 1 l einige Tropfen Salzsäure zugegeben waren — gemildert wurde, aber doch noch am nächsten Morgen (die Übung hatte gegen Abend stattgefunden) vorhanden war. Erst nach einigen Tagen waren die Folgen ganz ausgeglichen.

Ursache und Verhütung. Durch die starke Wärmeabgabe beim Lösen eines Alkalis wird die eingeschlossene Luftmenge, besonders beim Schütteln, lebhaft mit erwärmt, so daß beim Lüften des Daumens ein heftiger Luftstoß erfolgt, der leicht Teilchen der Lösung mit herauschleudern kann. — Man kommt oft genug in die Lage, sich eine Lauge frisch herstellen zu müssen, zumal bei den Standflaschen mit Laugen der Glasstöpsel, der hier gar nicht am Platzeist, fast immer hartnäckig festsetzt. Laugen dürfen stets nur mit Kautschuk oder gutem Kork verschlossen werden. Will man eine frische Lösung herstellen und dabei zur Vermeidung der Kohlendioxydabsorption das Gefäß verschließen, so darf dies nur mit einem Stöpsel geschehen, der bei etwaigem Schütteln mit festzuhalten ist. Auch beim Öffnen ist Vorsicht nötig: man breite einfach ein Tuch über und fasse den Stöpsel mit diesem Tuch. *O. Ohmann.*

3. Unfall beim Darstellen von Methan. In einem Fortbildungskursus sollte aus Natriumacetat und Bariumhydroxyd Methan entwickelt werden. Das mit dem regelrecht hergestellten Gemisch beschickte Probiervglas, das mit Kork und Abzugsrohr versehen war, blieb 14 Tage liegen, da die Zeit zur Ausführung des eigentlichen Versuches nicht mehr hinreichte. Als danach die Erhitzung vorgenommen wurde, blieb auffälligerweise die Gasentwicklung aus. Der Kursusleiter witterte Gefahr, stellte den Brenner beiseite und suchte den Kork zu lockern, doch erfolgte im selben Augenblick eine Art Explosion (ein daneben stehender Teilnehmer beobachtete eine hervorschießende Flamme), wobei Gemischteilchen ins Auge gelangten. Hierdurch wurde eine ärztliche Behandlung in einer Unfallstation nötig. Die Untersuchung ergab eine Hornhautverletzung. Nach Verlauf von zehn Tagen war glücklicherweise wieder vollkommene Heilung erfolgt.

Ursache und Verhütung. Hinsichtlich der Ursache — Verstopfung des Abzugsrohres, thermische Drucksteigerung, nicht chemische, sondern mechanische Explosion — kann ich mich der Auffassung des Herrn Einsenders nur anschließen. Das Auftreten der von dem Teilnehmer beobachteten Flamme rührt vermutlich daher, daß das plötzlich befreite, gewiß noch über die Entzündungstemperatur hinaus erhitzte

Methan sich sogleich am Luftsauerstoff entzündete; die Sichtbarkeit der sonst nur schwach leuchtenden Methanflamme wurde durch die erwiesenermaßen mitgerissenen festen (natriumhaltigen) Teilchen erhöht. Der interessante Fall gibt zu folgender allgemeinerer Verhütungsmaßregel Anlaß: 1. Bei jeder Gasentwicklung aus einem Gemisch fester Stoffe (z. B. auch Kaliumchlorat und Braunstein) Sorge man vor allem durch genügend weite Röhren für guten Abzug des Gases und der stets mitgerissenen zerstäubten Teilchen. 2. Bei jedem Ausbleiben einer erwarteten, durch Erhitzung hervorgerufenen Gasentwicklung drehe man sofort die Flamme ab und lasse längere Zeit hindurch abkühlen; beobachtet man dabei im Gasableitungsrohr ein Ansteigen von Wasser aus der Wanne, so löse man den Schlauch von diesem ab. 3. Auch sonst ist die zuweilen notwendig werdende Unterbrechung einer für Gasentwicklung hergerichteten Verbindung gerade an dieser Stelle am meisten empfehlenswert. Talkum erleichtert nicht nur das Überstülpen eines Schlauchendes über das Glasrohr (vgl. *d. Zeitschr.* 32, 87), sondern auch das schnelle Abziehen.

4. Zwei in Großberliner Lehranstalten vorgekommene Brände, bei denen einmal ein ganzer Schrank, und noch anderes, über Nacht abbrannte (es waren von einem Schüler äußerlich veraschte aber innerlich noch glimmende Holzkohlen in eine Zigarrenkiste gelegt und dorthin abgestellt worden), das andere Mal ein Papierkasten vernichtet wurde (es waren die Reste von Versuchen mit Phosphor und mit Kaliumchlorat dorthin eingeworfen worden), mahnen dringend 1. Glimmende Kohlen, z. B. Lötrohrkohlen, vor dem Aufbewahren erst mit dem Messer soweit klar zu schneiden — und zwar über Asbestpappe —, daß keinerlei glimmende Stelle übrig bleibt, und sie dann am besten nur in metallene Behälter zu legen; 2. Zu Abfällen aus Versuchen mit irgendwie entzündlichen oder sonstwie schädlich nachwirkenden Stoffen niemals den Papierkasten zu benutzen, sondern hierzu einen größeren irdenen Topf aufzustellen, gegebenenfalls auch die Abfälle sogleich nach dem Hofe in den Aschenkasten schaffen zu lassen.

Die Einsendung weiterer Unfallaufzeichnungen an die Schriftleitung bzw. den Unterzeichneten ist im alleseitigen Interesse dringend erwünscht. Auf Wunsch unterbleibt sowohl Nennung des Namens wie auch der Anstalt.

Prof. OTTO OHMANN

Berlin-Pankow, Kavalierstraße 15.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Lehrbuch der Physik. Von O. D. CHWOLSON. IV. Band: Die Lehre von der Elektrizität, autorisierte Übersetzung aus dem Russischen. Zweite Hälfte, 2. Abteilung. S. 447—1148. Braunschweig, Friedrich Vieweg u. Sohn A.-G. 1924. Mk. 22.—

Dieser Schlußband des großen Werkes hat ein eigenes Schicksal gehabt. Im russischen Originalwerk 1914 vollendet, hat er weder während des Krieges noch in den ersten Jahren nach dem Kriege in deutscher Ausgabe erscheinen können, zumal selbst die Beschaffung eines russischen Exemplares auf Schwierigkeiten stieß. Während von der zweiten Auflage schon drei Bände erschienen sind, hat dieser Schlußband erst vor kurzem fertiggestellt werden können. Er entspricht allerdings dem Stande der Wissenschaft von 1914, manches, wie die Lehre vom Atombau und den damit zusammenhängenden Erscheinungen ist nicht bis auf die neueste Zeit fortgeführt, trotzdem wird der Band den zahlreichen Freunden des Werkes willkommen sein. Eine ganze Reihe von Mitarbeitern hat dem Verfasser schon bei der russischen Ausgabe zur Seite gestanden, so bei Kapitel 6 (Die elektrische Strahlung) Prof. D. A. Roschansky, derselbe auch bei Kapitel 12 bis 14 (Kathodenstrahlen, Kanalstrahlen usw., Röntgenstrahlen, Voltabogen und Funken). Bei Kapitel 7 und 8 D. Roschdestwensky in Petersburg (Elektromagnetische Theorie des Lichtes, Magneto-optik und Elektrooptik), bei Kapitel 9 und 15 A. F. Joffe (Thermodynamik und Strahlungsenergie, photoelektrischer Effekt), bei Kapitel 10 A. P. Afanasyeff (Ionisation der Gase), bei Kapitel 16 und 17 K. K. Baumgart (Elektronentheorie der Metalle, das Magnetfeld der bewegten Ladungen), bei Kapitel 18 und 19 L. S. Kolowrat-Czerwinski (Radioaktivität, das Elementarquantum der Elektrizität). Alle Mitarbeiter haben sich dem Plan des Werkes eingefügt, so daß das Ganze doch wie aus einem Guß erscheint. Um die Herausgabe des Bandes hat sich wieder Prof. Gerhard C. Schmidt (Münster) verdient gemacht, die Übersetzung ist von Frl. Anna Foehringer und Georg Kluge ausgeführt worden. P†.

Grundriß der Physik. Verkürzte Ausgabe für Knaben- und Mädchenschulen gymnasialer Richtung. Von K. HAHN. I. Teil. Vorbereitender Lehrgang. A. Mit Anhang: Grundzüge der Chemie 158 + 45 S. Mit 237 Fig. Mk. 3.60. B. Ohne Anhang: 158 S. Mit 213 Fig. Leipzig, B. G. Teubner, 1925. Mk. 2.80.

Dem vorbereitenden Kursus auf der Unterstufe weist der Verfasser die Aufgabe zu, Gebiete vorwegzunehmen, die geeignet sind, die Oberstufe zu entlasten, und zwar durch eine Stoffauswahl, die in sich ein besonderes Ziel der Unterstufe erkennen läßt. Als ein solches sieht der Verfasser dies an, daß die Gebiete berücksichtigt und möglichst eingehend behandelt werden, die in Beziehung zum praktischen Leben, zu Technik

und Wirtschaft stehen. Daß diesen Abschnitten die Schüler in dem betreffenden Alter das größte Interesse entgegenbringen, ist richtig, nicht aber dürfte zutreffen, daß hier die Beobachtung der Natur am einfachsten und das Verständnis für die Gesetze am leichtesten zu wecken ist. Man wird daher der vom Verfasser getroffenen Auswahl doch nur mit Vorbehalt zustimmen können und die Fülle des Stoffs, die er in dem Buche bietet, doch in der Wirklichkeit stark eingeschränkt zu sehen wünschen. Dies wird namentlich für ganze Abschnitte der Elektrizitätslehre gelten müssen. Dazu kommt, daß auch die Form der Darstellung nicht zu sehr der für die Oberstufe geeigneten sich anpassen, sondern mehr dem Alter der Schüler gemäß sein sollte, um so mehr als die neuen Lehrpläne die Altersstufen für diesen Lehrgang um ein Jahr nach unten verschoben haben. In geschickter Weise sind im Anfang, nach einem einleitenden Abschnitt über Meßkunde, die statische Mechanik und die Wärmelehre miteinander verbunden, hier wäre nur der Lehre vom Luftdruck eine etwas frühere Stelle zu wünschen. Kraftumformung und Kräftezerzeugung sind hier mit Recht zu leitenden Gesichtspunkten gewählt. Als ein Hauptgebiet wird dem schon erwähnten die Optik hinzugefügt, dagegen die Akustik einem Ergänzungsabschnitt zugewiesen, der bei vorhandener Zeit den aus U II abgehenden Schülern dienen soll, ebenso wie hier auch einige einfache Gesetze der Bewegung zu dem gleichen Zweck aufgenommen sind. (An den Gymnasien fällt indessen nach den preußischen Plänen in U II die Physik ganz aus, ebenso an den höh. Mädchenbildungsanstalten.) Die Beiseiteschiebung der Lehre vom Schall aus dem normalen Lehrgang wird jedoch kaum allgemeine Billigung finden. Den Schluß des Buches bildet ein Verzeichnis geeigneter Schülerübungsversuche und eine Sammlung von Übungsaufgaben, die sich durchweg auf rechnungswichtige Anwendungen beziehen.

Der chemische Anhang ist auch gesondert herausgegeben und wird an anderer Stelle besprochen. P†.

Grundriß der Physik. Verkürzte Ausgabe für Knaben- und Mädchenschulen gymnasialer Richtung. Von K. HAHN. II. Teil Systematischer Kursus. Ausgabe A. Mit Anhang: Astronomie. 247 + 22 S. Mit 286 Fig. Geb. G.-M. 4.80. Ausgabe B ohne Astronomie. 247 S. mit 269 Fig. Leipzig, B. G. Teubner, 1925.

Das Buch ist für Knaben- und Mädchenschulen gymnasialer Richtung bestimmt. Wer für diese Gattung von Schulen schreibt, muß sich klar sein, daß es hier nicht so sehr auf systematische Einheitlichkeit und Vollständigkeit, sondern vielmehr auf kräftige Betonung des induktiven Charakters der Physik „als Naturwissenschaft“ ankommt. Der Verfasser ist sich auch offenbar dessen bewußt gewesen, wenn er an den Anfang der Mechanik die experimentelle

Herleitung der Fallgesetze stellt, wie er sie in dieser Zeitschrift (35, 257) beschrieben hat. Dieses Verfahren, als Einführung für Obersekundaner gedacht, muß indessen vielmehr abschreckend wirken, da es ein ausgeklügeltes Mittel modernster Experimentiertechnik ist, das die großen einfachen Linien Galileischer Forschungsart durchaus vermissen läßt. Das Geschwindigkeitsgesetz vor das Wegzeitgesetz zu stellen, ist denn auch das gerade Gegenteil des Galileischen Verfahrens. Auch im übrigen wiegt das systematische Prinzip in der Darstellung allzusehr vor; es wäre befriedigender, wenn der geschichtliche Gang der Entdeckungen nicht nur in den übrigens vortrefflichen historischen Übersichten skizziert, sondern in die Darstellung eingeflochten wäre, so daß wirklich etwas wie ein Nacherleben der Entdeckungsgeschichte herauskäme. Das Mathematische ist öfter weiter getrieben, als die knapp zugemessene Zeit an gymnasialen Anstalten gestattet. Auch die Hinzunahme der allerneuesten Ergebnisse und Probleme der Forschung einschließlich der Relativitätstheorie ist eine Überschreitung der dem gymnasialen Kursus gesteckten Grenzen. Von allem etwas gehört zu haben ist ein Ideal der heutigen „Gebildeten“, aber nicht eben ein Ideal gediegener Bildung; und für das Eigenstudium der Schüler, soweit danach ein Bedürfnis vorliegt, dürften die gegebenen Erklärungen zu aphoristisch sein. Mit der unitarischen Theorie der Elektrizität ist vollends nichts anzufangen, hier handelt es sich um ein noch völlig ungelöstes Problem. P †.

Grundriß der Physik für Studierende, besonders für Mediziner und Pharmazeuten. Von Dr. WALTER GUTTMANN. Mit 194 Abbild. 21. Aufl. 229 S. Leipzig, Georg Thieme, 1925. Geb. Mk. 5.50.

Das Buch ist für Mediziner und Pharmazeuten als Hilfsmittel beim Hören von Vorlesungen und als Repetitorium bestimmt. Es vermeidet mathematische Formeln fast ganz, gibt aber doch ein anschauliches Bild von dem Inhalt der Physik, soweit er für den bezeichneten Leserkreis in Betracht kommt. Auch die neueren Fortschritte in Radiotelegraphie und -telephonie sind kurz berücksichtigt. P †.

Wie baue ich einen einfachen Detektor-Empfänger? Von EUGEN NESPER. 2. Auflage (Bibl. d. Radio-Amateurs, Band 7.) Mit 31 Abbildungen im Text und auf einer Tafel. (60 S.) Berlin, Julius Springer, 1925. 1.35 R.-M.

Das in zweiter Auflage vorliegende Bändchen enthält eine bis in alle Einzelheiten gehende Besprechung des Selbstbaues eines Detektorgerätes. Das für einen Anfangsbastler geschriebene Büchlein dürfte zu Unterrichtszwecken nur in Frage kommen, wenn es sich um Schülerübungen ganz spezieller Art handelt. Im allgemeinen wird auch hier mehr auf experimentellen Nachweis physikalischer Gesetze Wert gelegt werden, als auf reine Bastelübungen. Am Schluß des etwa 60 Seiten starken Heftes findet sich eine kurze

Abhandlung über den schwingenden Detektorkreis (Crystodyneempfänger), auf die hier wegen dieser physikalisch sehr interessanten Erscheinung besonders hingewiesen sein mag.

Dr. Friedrich Moeller.

Die Prüfung der Elektrizitätszähler. Meßeinrichtungen, Meßmethoden und Schaltungen. Von KARL SCHMIEDEL, Dr.-Ing. Mit 97 Textfiguren. 130 S. Berlin, Julius Springer. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. 1924. Mk. 8.40 geb.

Das Buch bringt eine Zusammenstellung der in Zeitschriften und Büchern zerstreuten Angaben über diesen Gegenstand. Es setzt die Bekanntheit mit dem Wesen und der Wirkungsweise der Elektrizitätszähler voraus, geht aber besonders auf die Eichschaltungen bei verschiedenen Stromarten, sowie auf die Messung besonderer Eigenschaften und Vorgänge, wie Drehmomente, Reibung, Eigenbremsung, Eigenverbrauch usw. ausführlich ein. P †.

Das Atom — ein räumliches Planetensystem. Von Dr. RUDOLF SCHMID. Zweite, vermehrte Auflage. Mit 12 Abbildungen. Leipzig und Wien, Franz Deuticke. 1925. 70 S. G.-M. 2.40.

Die erste Auflage wurde in dieser Zeitschrift (34, 236; 1921) angezeigt. In dieser Auflage ist ein eigener Abschnitt über die Isotopen Elemente nach den Forschungen ASTONS hinzugekommen, die Entdeckung des Hafniums wurde aufgenommen, und der letzte Abschnitt über die Umwandlung der Elemente hat zufolge der Entdeckungen von RUTHERFORD und von MIEHE eine wesentliche Erweiterung erfahren. Das Büchlein bietet so eine gedrängte Übersicht über die neuesten Ergebnisse. P †.

Goethe und die Physik. Vortrag, gehalten in der Münchener Universität am 9. Mai 1923 von W. WIEN. 39 S. Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1923. G.-M. 1.20.

Schon einmal besprach ich in dieser Zeitschrift die Rede eines namhaften Universitätsprofessors über dasselbe Thema. Wie dort vom Augenarzt (Karl Wessely), so kann diesmal vom theoretischen Physiker selbst der mit dem Stoffe schon vertraute Leser mancherlei lernen, ist doch die Einstellung des Verfassers beide Male eine wesentlich andere.

Als Physiker hat sich Goethe mit Meteorologie und mit der Lehre von den Farben beschäftigt. Bei WIEN kommt er nur in bezug auf die letzteren zu Worte. Und zwar ausgiebig, da fast die Hälfte der kleinen Schrift Goethesche Zitate bringt, deren Herkunft genau nachgewiesen ist. WIEN sucht die inneren Gründe aufzudecken, aus denen Goethe die Methode und den Wert der theoretischen Physik mit großer Entschiedenheit ablehnt. Und doch hatte sich Goethe trotz seiner Abneigung gegen die Mathematik deren großem Werte nicht verschließen können. Da ist es nun interessant, wie WIEN mit diesem seelischen Zwiespalt des Dichter-Physikers die Gestalt der Makarie in Wilhelm Meisters Wanderjahren in